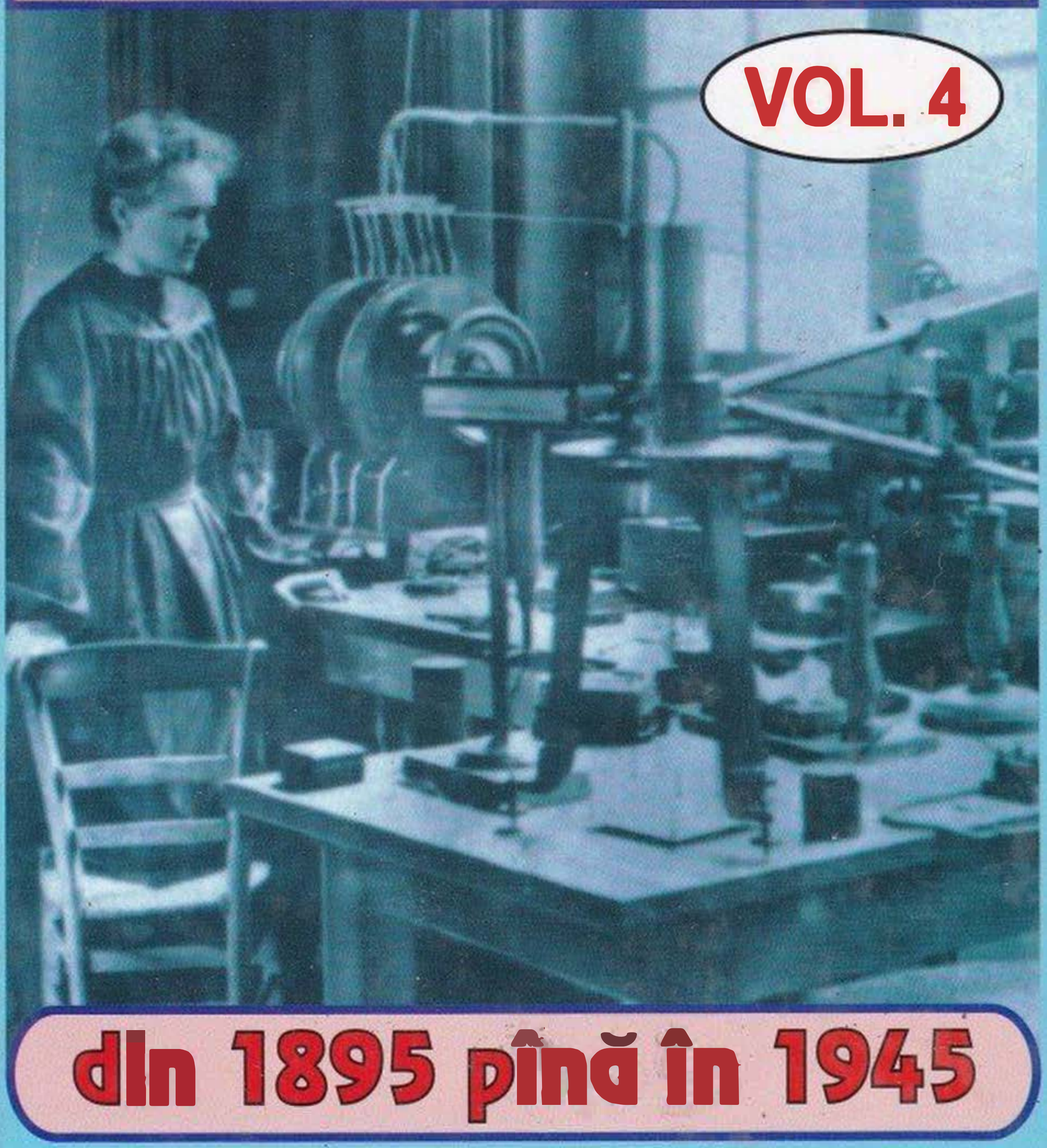
ISTORIA ȘTIINȚEI

VOL. 4



din 1895 până în 1945

Ray Spangenburg și Diane K. Moser

SERIA

CULTURĂ GENERALĂ

26

În 1676, Isaac Newton i-a scris lui Robert Hooke: *Dacă am văzut mai departe, este pentru că am stat pe umerii giganților*. Într-adevăr, ***Istoria științei*** reprezintă o cronică a descoperirilor geniale întemeiate pe ideile predecesorilor. Cercetătorii contemporani au comentat cuvintele lui Newton, punînd accentul pe datoria avută de fiecare generație față de înaintaşi.

În cadrul unei ample lucrări, structurată în cinci volume, sînt prezentați în ordine cronologică aceşti „giganți" şi realizările lor, precum şi evoluția conceptelor despre lumea fizică, de la filozofia antică pînă la ştiința supertehnicizată de astăzi.

Cea de-a patra apariție din seria **ISTORIA ŞTIINȚEI** descrie cele mai importante cuceriri din prima parte a secolului al XX-lea, din 1895 pînă în 1945. Această epocă, bulversată de două războaie mondiale, s-a caracterizat printr-o febrilă activitate ştiințifică, ale cărei rezultate au înzestrat omul cu puteri nebănuite, dar i-au şi impus o uriaşă responsabilitate. Dintre ele, menționăm stabilirea structurii ADN-ului, cercetarea mecanismului de transmitere a particularităților genetice, obținerea unor noi medicamente ce au învins boli considerate pînă atunci incurabile etc. Cu nimic mai prejos, domeniul fizicii a fost revoluționat prin descoperirea radioactivității şi a razelor X, apoi prin crearea bombei atomice.

În cartea de față sînt redate o multitudine de informarții, care demonstrează uluitoarele capacități umane.

În pregătire:

Vol. 5 - ISTORIA ȘTIINȚEI din 1946 pînă în anii '90

EDITURA LIDER

Ray Spangenburg și Diane K. Moser

ISTORIA ȘTIINȚEI

vol. 4

din 1895 pînă în 1945

Traducere:
CONSTANTIN DUMITRU-PALCUS

EDITURA LIDER

INTRODUCERE

O PRIVIRE DE ANSAMBLU: 1895–1945

Pentru o bună parte din Europa, Insulele Britanice şi America de Nord, secolul XX se prefigura ca o epocă dc mari speranțe şi promisiuni. Un viitor luminos, încărcat de prosperitate părea să se întindă la nesfîrşit înainte. Iar sutelc de descoperiri şi invenții realizate în secolul precedent – roade ale ştiinței şi tehnologiei – păreau să contureze un vast tezaur de posibilități în aceşti ultimi ani ai secolului al XIX-lea şi în primii ani ai secolului XX.

În 1880, Edison ilumina oraşul Menlo Park din New Jersey cu lumini electrice scînteietoare. Pictorii impresionişti au organizat prima lor expoziție la Paris în 1874. O legislație de protecție socială progresistă a fost adoptată în Germania în 1885. Miracolul călătoriilor aeriene părea iminent, iar pe la 1900, dirijabilul Zeppelin va efectua primul său voiaj. Un nou mijloc de transport privat numit automobil făgăduia să schimbe viața de zi cu zi a tuturor – îndeosebi în vastele teritorii ale preriei nord-americane, unde deplasa-

rea pînă în oraş sau traversarea statului ori a provinciei deveneau, ca prin minune, mult mai rapidă şi mai lesnicioasă. Mulţi oameni credeau că această stare de graţie va continua la nesfîrşit.

Pentru mulţi membri ai claselor sociale înstărite şi de mijloc, primii ani ai secolului XX au fost ani buni, de pace, prosperitate şi trai tihnit. Pentru clasa muncitoare, industrializarea şi urbanizarea au creat probleme, dar noile tendinţe sociale promiteau totodată noi posibilităţi. Lărgirea orizontului pentru indivizi apărea după fiecare cotitură.

Mai mulţi oameni au căpătat dreptul de a vota şi de a influenţa tendinţele politice decît oricînd în istorie. În Marea Britanie, bărbaţii din clasa de mijloc au început să voteze din 1832, iar muncitorii din 1867. În Statele Unite, spre sfîrşitul secolului al XIX-lea, cîteva state au legiferat dreptul femeilor la vot (chiar dacă la nivel federal acest lucru s-a realizat abia în 1920).

În Anglia, Europa, Canada şi Statele Unite, în special, tot mai mulţi oameni au avut acces la şcolarizare; iar o dată cu educaţia, pentru oameni aparţinînd diferitelor clase sociale a devenit posibil să cîştige salarii mai mari, să dobîndească prestigiu şi să ajungă la un nivel de viaţă ridicat. În Statele Unite, pe la 1900, 30 de state impuseseră învăţămîntul elementar obligatoriu, iar cele 800 de licee existente în 1880 s-au înmulţit spectaculos pînă la 5500 după numai douăzeci de ani, făcînd să crească totodată şi numărul celor care urmau colegiul.

Cu toate acestea, lucrurile nu erau atît de roz precum păreau. Şi, aşa cum s-a dovedit la scurt timp de la trecerea în secolul XX, multe ameninţări la adresa civilizaţiei se

ascundeau chiar sub aparenţa apelor pe care cei mai mulţi le credeau liniştite. Starea economică a lumii devenea tot mai şubredă, iar naţionalismul, care păruse atît de sănătos pe la începutul secolului al XIX-lea – un stimulent pentru drepturile individuale, independenţă şi libertate –, s-a transformat într-un monstru flămînd, avînd drept ţel suprem puterea naţională. Preocuparea pentru drepturile individuale a ajuns să se subordoneze puterii şi prestigiului naţional, iar războiul a devenit un fals teren de încercare a eroismului şi măreţiei. Unii gînditori politici, interpretînd cu largheţe principiul darvinist conform căruia „cel mai adaptat supravieţuieşte", au încercat să aplice teoria lui Darwin la societatea omenească şi au inventat darvinismul social pe care îl foloseau ca să justifice orice, de la capitalism la comunism, ca şi numeroasele „-isme" dintre aceste două extreme, inclusiv rasismul, antisemitismul şi fascismul.

Naţionalismul extrem a incitat puternice rivalităţi politice şi a dus la sporirea forţelor militare, astfel că, în 1914, războiul a cuprins întreaga lume. Ceea ce a început ca o consecinţă a unor ostilităţi multă vreme înăbuşite în sînul Germaniei a ajuns în cele din urmă să atragă cea mai mare parte a restului omenirii într-un conflict sîngeros. „Luminile se sting în toată Europa", anunţa Edward Grey, ministrul de Externe britanic, la începutul războiului. „Nu vom mai apuca să le vedem aprinse vreodată." A fost denumit Marele Război, „războiul războaielor", şi preţul plătit a fost uriaş. Mulţi oameni au murit, case şi industrii au fost distruse. Numai într-o singură bătălie în apropiere de Ypres şi-au pierdut viaţa peste 250 000 de oameni. La sfîrşitul războiului, în 1918, numărul morţilor s-a ridicat la peste 11 milioane.

În acest timp, imperiile se prăbuşeau. În Rusia, domnia ţarilor şi-a găsit un final brusc în 1917, pentru a fi înlocuită de un nou regim dictatorial, comunismul. Iar noul regim comunist al Rusiei, cu intenţia sa declarată de a răsturna capitalismul şi de a declanşa o revoluţie mondială, a provocat o atmosferă de nelinişte şi teamă în toată lumea. În întreaga lume, mulţi oameni care erau cu adevărat oprimaţi sau care se simţeau oprimaţi de condiţiile sociale şi economice din ţările lor au devenit simpatizanţi ai cauzei comuniste şi neliniştea s-a răspîndit şi mai mult.

Teama tot mai profundă, laolaltă cu animozităţile nevindecate ca urmare a primului război mondial, a dus la consolidarea forţelor extremiste din Europa. Naţionalismul a răbufnit şi în Asia. Prin anii '30, al doilea război mondial părea inevitabil.

La fel ca Marele Război, cunoscut acum ca primul război mondial, cel de-al doilea război mondial a început în Europa, mai exact în Germania, unde resentimentele, fascismul şi antisemitismul au continuat să ia amploare după înfrîngerea din 1918. Adus la putere de nemulţumirile politice interne, de teama de comunism şi de depresiunea economică mondială, Adolf Hitler, un lider energic, carismatic şi se pare nebun, a împletit propria sa sete de putere cu foamea Germaniei pentru teritorii, creştere economică şi prestigiu. Între anii 1936 şi 1945 au fost ucişi 6 milioane de evrei. Alte milioane au fost aruncaţi în lagărele de concentrare sau au fugit, deposedaţi de averile şi posesiunile personale, care fuseseră confiscate de guvernul german. În primii ani ai agresiunii germane, majoritatea naţiunilor lumii s-au abţinut să intervină în război, fiind încă afectate de nebunia brutală a precedentei confruntări. În cele din urmă,

în 1939, Germania a invadat Polonia şi războiul a izbucnit. Pînă la sfîrşitul acestuia, Germania şi-a unit forţele cu Italia, spre sud, şi cu Japonia în Pacific, în vreme ce Aliaţii, conduşi de Commonwealth-ul britanic, Statele Unite, Uniunea Sovietică şi China, s-au ridicat împotriva agresorilor. Numărul morţilor la sfîrşitul războiului s-a ridicat la 30 de milioane. A fost cel mai mare, cel mai sîngeros şi mai devastator război pe care l-a cunoscut omenirea, soldat în cele din urmă cu schimbări imense.

În ştiinţă, la trecerea în noul secol, o mulţime de descoperiri ştiinţifice au deschis calea epocii ştiinţifice moderne. Între 1859 şi 1895, *Originea speciilor* a lui Darwin a văzut lumina tiparului, Dmitri Mendeleev a organizat elementele într-un tabel care arăta relaţiile dintre ele şi sugera existenţa unei structuri atomice, iar Joseph Lister a efectuat prima operaţie chirurgicală antiseptică. Din 1895 pînă în 1912, o serie de extraordinare descoperiri ştiinţifice şi progrese pe plan teoretic vor răsturna subit lumea fizicii şi vor impune pe plan mondial coordonatele noii ere ştiinţifice moderne. În acelaşi timp, aceste descoperiri vor pune în mîinile oamenilor mai multă putere, deopotrivă constructivă şi letală, decît oricînd în istoria omenirii. Rezultatul din 1945 – anul final al celui de-al doilea război mondial şi al acestei cărţi – a fost un nor în formă de ciupercă, cel care a transformat pentru totdeauna lumea în care trăim şi a definit încă o dată rolul complex şi deloc simplu al ştiinţei în istoria omenirii.

Cartea de faţă începe cu o serie de nume de o imensă notorietate: Wilhelm Röntgen, Marie şi Pierre Curie, J. J. Thomson, Albert Einstein, Max Planck, Ernest Rutherford,

Niels Bohr. Ei au trăit într-o perioadă de mare vitalitate, entuziasm şi confuzie în domeniul fizicii, iar opera lor este considerată printre cele mai interesante din istoria ştiinţei.

Ca şi celelalte patru volume din seria intitulată „Pe umerii giganţilor", cartea de faţă analizează felul în care oamenii au pus la punct un sistem pentru a afla cum funcţionează lumea, slujindu-se atît de succese, cît şi de eşecuri. Vom cerceta teoriile pe care le-au susţinut, uneori corecte, alteori eronate. Şi vom vedea cum am învăţat să testăm, să acceptăm şi să construim pornind de la aceste teorii, sau să le corectăm, să le extindem ori să le simplificăm.

Vom vedea, de asemenea, cum au învăţat oamenii de ştiinţă din greşelile altora, fiind nevoiţi uneori să renunţe la teorii care păreau cîndva logice, dar s-au dovedit mai tîrziu incorecte, înşelătoare şi infructuoase. În toate aceste moduri, ei au construit pe umerii altor oameni de ştiinţă – giganţii care i-au precedat.

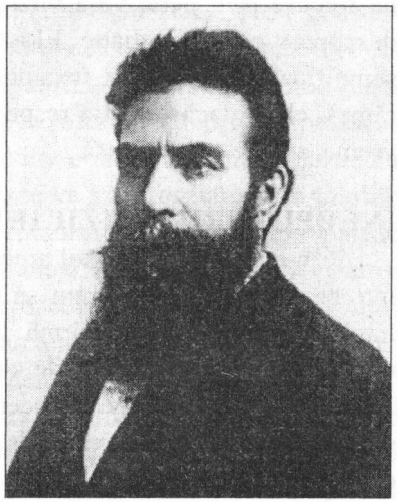
PARTEA I

ŞTIINŢELE FIZICE

CAPITOLUL I

NOUL ATOM: DE LA RAZELE X LA NUCLEU

La 8 noiembrie 1895, pe Wilhelm Conrad Röntgen îl aştepta o surpriză. În timp ce lucra în laboratorul său întunecos de la Universitatea din oraşul bavarez Würzburg, atenția i-a fost distrasă pe neaşteptate de o lumină miste-



Wilhelm Conrad Röntgen, descoperitorul razelor X (National Library of Medicine)

rioasă venită dintr-un colţ îndepărtat al încăperii. Ciudata strălucire provenea de la o foaie de hîrtie acoperită cu platinocianidă de bariu, o substanţă despre care Röntgen ştia că emite o luminescenţă stranie atunci cînd era expusă la radiaţie catodică. Numai că de data asta nu putea fi vorba de o asemenea radiaţie, pentru că tubul de raze catodice cu care lucrase era acoperit cu o bucată de carton gros şi, oricum, se afla în partea opusă a camerei. Cu toate acestea, atunci cînd a oprit funcţionarea tubului de raze catodice, hîrtia a încetat să mai emită lumină. Pornind din nou tubul, lumina a reapărut. Şi-a pus mîna între tub şi hîrtia impregnată cu platinocianidă de bariu. Mîna lui arunca o umbră în lumină şi putea să-şi vadă *oasele mîinii!* A luat hîrtia impregnată, s-a dus într-o altă cameră, a închis uşa şi a tras jaluzelele. Hîrtia a continuat să strălucească atîta timp cît tubul era pornit. Luminescenţa a încetat o dată cu oprirea tubului. Radiaţia misterioasă care provocase lumina trecuse prin pereţi! La vîrsta de 50 de ani, Röntgen a descoperit o nouă radiaţie. El a denumit-o „radiaţie X", cu semnificaţia de „radiaţie necunoscută" – o denumire care a rămas, chiar dacă radiaţia respectivă nu mai este de multă vreme atît de misterioasă.

ÎNCEPUTURILE FIZICII MODERNE

Prin anii '60, fizicianul american Richard Feynman îşi întreba studenţii: „Ce vrem să spunem prin expresia «să înţelegem lumea»?" Pe urmă le explica studenţilor care umpleau pînă la refuz sălile de lectură de la California Institute of Technology că încercarea de a înţelege lumea seamănă foarte mult cu urmărirea unui joc de şah gigantic căruia nu-i cunoaştem regulile – încercînd să deducem

respectivele reguli din ceea ce vedem. În cele din urmă, e posibil să sesizăm unele reguli, iar „*regulile jocului* constituie ceea ce înţelegem noi prin *fizică fundamentală*". Dar cele mai multe dintre situaţii sînt atît de complexe încît, chiar dacă am cunoaşte toate regulile, „nu am putea să urmărim desfăşurarea jocului folosind regulile, şi cu atît mai puţin să prevedem ce se va întîmpla în continuare".

Pe măsură ce descoperirile începeau să se acumuleze în ultimii ani ai secolului al XIX-lea şi în primii ani ai secolului XX, fizicienii au început să perceapă primele semne ale complexităţilor pe care Feynman avea să le prezinte studenţilor săi după mai bine de o jumătate de secol.

Probabil că Wilhelm Röntgen nu avea habar că descoperirea sa va declanşa o revoluţie în fizică, constituind un eveniment pe care oamenii de ştiinţă îl vor considera un moment de cumpănă între fizica veche, „clasică", şi epoca modernă. Din 1895, fizica nu va mai fi niciodată aceeaşi.

Perioada cuprinsă între anii 1895 şi 1945 a reprezentat, probabil, intervalul de timp cel mai entuziasmant şi cel mai marcat de confuzii din istoria ştiinţei. Conceptul vechi de 2300 de ani despre atom va suferi metamorfoze spectaculoase în aceşti ani. Ceea ce era considerat cîndva particula cea mai mică, inseparabilă, se va transforma lent în minţile oamenilor, pe măsură ce fizicienii îi descopereau părţile componente încă şi mai mici: electronii încărcaţi negativ rotindu-se ca nişte submicroscopice planete în jurul unui nucleu compact. Dar şi nucleul ascundea nişte surprize: protoni încărcaţi pozitiv şi neutroni care posedau masă, dar nu şi sarcină electrică. Avea să urmeze descoperirea altor particule, şi mai mici. Mai mult decît atît, prin 1945 a devenit limpede nu numai că atomii erau compuşi din

particule mai mici, dar şi că, fără nici o îndoială, ei puteau fi divizaţi.

Noi concepte despre spaţiu şi timp vor zdruncina din temelii chiar principiile fizicii stabilite atît de ferm de către Isaac Newton în secolul al XVII-lea. Şi o idee nouă, absolut năucitoare, numită teoria cuantică, va răsturna logica, stabilind totodată temelia pentru aproape toate progresele tehnologice importante care ne înconjoară astăzi în viaţa de zi cu zi – de la televizoare la ceasurile digitale.

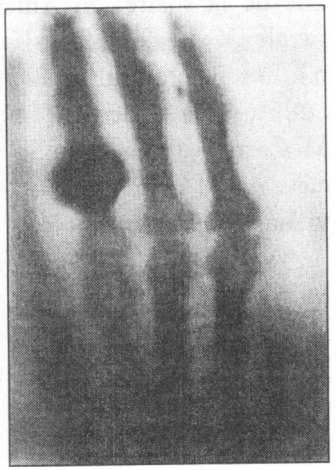
Pornind de la razele X descoperite de Röntgen, doi bulgări mari au început să se rostogolească. Unul va declanşa o avalanşă de idei noi şi revoluţionare despre atom; celălalt va conduce la descoperirea unei ciudate instabilităţi la anumite elemente, o caracteristică ce ne va permite în cele din urmă să valorificăm energia nucleară. Dar să nu anticipăm. În momentul descoperirii razelor X, ideea de „nucleu" atomic nici măcar nu exista.

Ideea de atom îşi are originea în secolul al V-lea î.Hr., cînd filozoful grec Leucip şi discipolul său Democrit au spus că întreaga materie este alcătuită din particule minuscule, indivizibile. (Cuvîntul *atom* provine din cuvîntul grecesc *atomos*, care înseamnă „de netăiat", „indivizibil".) Prin definiţie, atomul era cea mai mică particulă constituentă a materiei. (O diagramă a atomului lui Leucip ar arăta precum o bilă de biliard extrem de mică.) Nu toţi au fost încîntaţi de această idee. De fapt, Platon şi Aristotel, doi gînditori greci care au exercitat o influenţă enormă, nici nu au acceptat-o. În consecinţă, cu excepţia cîtorva atomişti „renegaţi" (printre care şi Newton), ideea a rămas într-un stadiu latent vreme de circa 2200 de ani, pînă cînd John Dalton a resuscitat-o la începutul secolului al XIX-lea cu

a sa „teorie atomică". Dalton credea că întreaga materie este alcătuită din atomi – şi din acest moment ideea a devenit interesantă şi pentru alţi oameni de ştiinţă deoarece Dalton a reuşit să prezinte dovezi ştiinţifice cantitative cu privire la atomi. El a mai demonstrat felul în care teoria sa se corela cu două idei care în sfîrşit începuseră să fie luate în seamă: legea conservării materiei (susţinută de Galileo) şi legea compoziţiei constante, o lege a proporţiilor definite, formulată de Dalton. În timpul lui Röntgen, atomul fusese larg acceptat ca fiind cea mai mică particulă indivizibilă din natură – dar toată lumea se gîndea la el ca la un fel de bilă de biliard extrem de mică.

NOUA RADIAŢIE

Röntgen a amînat cu cîteva săptămîni anunţarea impresionantei sale descoperiri. Voia să fie sigur. (După cîţiva ani, un reporter l-a întrebat la ce s-a gîndit cînd a făcut descoperirea cu pricina, la care Röntgen a răspuns fără



O radiografie a mîinii soţiei lui Röntgen (National Library of Medicine)

ezitare: „Nu m-am gîndit, am experimentat".) Cînd şi-a făcut cunoscută descoperirea, pe 28 decembrie 1895, se afla în posesia tuturor detaliilor pertinente, inclusiv faptul că razele X nu numai că penetrează materia opacă, dar totodată pot încărca electric un gaz şi nu sînt influenţate de cîmpurile magnetice şi electrice. Lumea a înmărmurit în faţa acestei descoperiri, iar fizicienii au fost uluiţi.

Oamenii au sesizat de la bun început posibilităţile de utilizare a razelor X în diagnoza medicală (deşi, din păcate, abia după mulţi ani s-a descoperit că razele X pot fi în acelaşi timp şi periculoase). Razele X pot trece cu uşurinţă prin ţesuturile moi ale organismului, fiind în mare parte blocate de structurile osoase sau de alte materiale solide. Aşa încît, dacă o placă fotografică este plasată în spatele unui pacient, se poate obţine o fotografie în care oasele apar ca nişte umbre albe pe un fond negru. Cariile dentare apar cenuşii pe fondul alb al dinţilor. De asemenea, obiectele metalice apar cu claritate, şi la nici patru zile de la sosirea în America a comunicării lui Röntgen, razele X au fost folosite pentru localizarea unui glonţ pătruns în piciorul unui pacient. La numai trei luni de la anunţul făcut de Röntgen, un băieţel pe nume Eddie McCarthy din Dartmouth, Maine, a devenit prima persoană căreia i s-a refăcut un os rupt prin folosirea noii metode de vizualizare a oaselor.

Vîlva stîrnită de descoperirea lui Röntgen nu a avut întru totul conotaţii pozitive. În statul New Jersey, de exemplu, legislatorii s-au arătat îngrijoraţi de faptul că razele X ar putea însemna sfîrşitul intimităţii personale (ei erau preocupaţi mai ales de pudoarea tinerelor femei) şi au propus o lege care să interzică folosirea binoclurilor cu raze

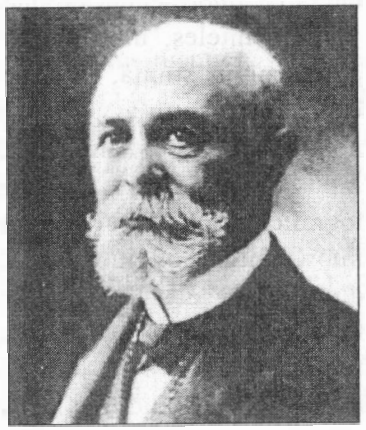
X la operă – ceea ce, firește, era o îngrijorare lipsită de temei.

Dar pentru savanţi, razele X (iniţial cunoscute ca raze Röntgen) aveau să devină unul dintre cele mai grozave instrumente din cercetarea biologică, iar descoperirea lor a marcat începutul unei a doua revoluţii ştiinţifice în fizică. Pentru descoperirea aceasta, Wilhelm Röntgen a devenit primul laureat al Premiului Nobel pentru fizică în 1901.

Între timp, în primăvara anului 1896, noile radiaţii l-au fascinat pe fizicianul Henri Becquerel.

ÎNSUŞIREA STRANIE A URANIULUI

Henri Becquerel (1852–1908) a auzit de radiaţiile X descoperite de Röntgen la 20 ianuarie 1896. În februarie, el a început să experimenteze. Savantul făcea parte dintr-o familie de fizicieni cu o tradiţie de mai multe generaţii; atît el, cît şi tatăl lui se ocupaseră de fluorescenţă, tendinţa anumitor materiale de a absorbi radiaţia şi apoi de a emite o lumină. Dat fiind că Röntgen descoperise razele X por-



Henri Becquerel a descoperit radioactivitatea în 1896 (Burndy Library, prin amabilitatea AIP Emilio Segré Visual Archives)

nind de la fluorescenţa pe care acestea o provocaseră, Becquerel s-a întrebat dacă nu cumva şi reciproca ar putea fi adevărată. Respectiv, ar putea corpurile fluorescente să producă raze X ori catodice? (Razele catodice sînt fascicule de electroni proiectate de pe suprafaţa unui catod, sau electrodul negativ al unei celule electrolitice sau baterii.)

Aşa încît el a pus la punct un test cu anumite săruri de uraniu despre care ştia că emit fluorescenţă atunci cînd sînt expuse la lumina soarelui. În februarie 1896, Becquerel a luat un cristal de sare de uraniu fluorescentă şi l-a aşezat în lumina soarelui, deasupra unui pachet de hîrtie fotografică învelit în hîrtie neagră. Ideea era că dacă sărurile fluorescente ar emite raze X, acestea ar penetra hîrtia neagră şi ar impresiona filmul. Altfel, nici un fel de radiaţie luminoasă cunoscută de el, inclusiv radiaţiile ultraviolete, nu puteau ajunge la film trecînd prin hîrtia neagră.

Cînd Becquerel a developat filmul fotografic, acesta era într-adevăr încețoşat, ca şi cum ar fi fost expus la o sursă de lumină. Ceea ce l-a făcut pe Becquerel să conchidă că fluorescenţa produce raze X.

Bineînţeles, un singur experiment nu constituie un argument în ştiinţă, iar Becquerel a pus la cale şi alte experienţe pentru a-şi testa ipoteza. Dar un şir de zile înnorate de iarnă la Paris i-au zădărnicit planurile. Aşa încît a pus sărurile deoparte, frumos aşezate peste o placă fotografică neexpusă, şi le-a introdus într-un sertar din laboratorul întunecos, în aşteptarea unor zile însorite. În cele din urmă, negăsindu-şi liniştea din pricina vremii, pe 1 martie a scos placa pentru a o developa oricum. Cristalele ar fi putut păstra o parte din fluorescenţa provocată de expunerea iniţială, gîndea el. Poate că placa ar prezenta cel

puţin o uşoară urmă încețoşată drept rezultat. Şi acesta este momentul în care s-a produs marea surpriză. Placa prezenta nu o urmă uşoară, încețoşată, cum se aştepta Becquerel, ci un nor puternic vizibil. Nici o rază de lumină solară nu ar fi putut pătrunde în sertarul întunecos şi prin ambalajul plăcii, şi nici o fluorescenţă remanentă de la o expunere anterioară nu ar fi putut provoca un asemenea efect. Becquerel a descoperit un nou gen de radiaţie, despre care nimeni nu ştiuse nimic pînă la el!

Entuziasmat, a început să studieze noua radiaţie şi a descoperit că avea cîteva caracteristici comune cu razele X. Putea penetra materiale opace. Ioniza aerul (conferindu-i sarcină electrică). Şi era emisă de un obiect în toate direcţiile, într-un flux constant. Stimulat de descoperirile lui Röntgen, Becquerel a făcut – absolut accidental, aşa cum se întîmplă adesea în ştiinţă – o altă descoperire, la fel de interesantă. Una care, după cum s-a dovedit, va produce un lung şir de investigaţii fructuoase pentru mulţi ani după aceea.

CĂUTĂRILE LUI MARIE CURIE

Cîteva dintre investigaţiile mai sus-menţionate aveau să fie efectuate de către o femeie tînără şi ambiţioasă, sosită la Paris cu doar patru ani în urmă. Cînd tînăra de 25 de ani Marie Sklodowska a ajuns la Paris venind de la Varşovia, în 1892, nici nu visa spre ce culmi o vor purta inteligenţa şi hotărîrea ei fără egal – e vorba nu numai de faptul că va fi prima femeie care va primi un premiu Nobel, ci şi că va dobîndi rara distincţie de a cîştiga două astfel de premii, unul pentru fizică şi celălalt pentru chimie. Nu avea de unde să ştie nici că îşi va găsi un soţ, Pierre Curie, care

Marie Curie, descoperitoarea poloniului şi a radiului (AIP Emilio Segrè Visual Archives)

constituia perechea ei perfectă în toate privinţele: un distins om de ştiinţă care împărtăşea pasiunea ei pentru cunoaştere şi desăvîrşire, care o iubea şi pe care ea îl iubea, şi care avea să lucreze alături de ea în laborator cu un devotament la fel de mare, uneori în calitate de asistent al ei. După cum nu şi-a imaginat – de fapt, nu a ştiut niciodată – că va iniţia o dinastie de două generaţii de laureaţi ai premiului Nobel. (Fiica ei, Irène Joliot-Curie, va primi şi ea premiul Nobel, împreună cu soţul ei, Frédéric Joliot-Curie, în 1935, la un an după moartea lui Marie.) Dar a ştiut că a obţinut în cele din urmă privilegiul pentru care a lucrat ani de zile: admiterea la Sorbona.

În Polonia în ultimul deceniu al secolului al XIX-lea viaţa era oprimată, sub dominaţia Rusiei, iar Marie îşi ajutase deja un frate şi o soră să plece în Franţa, pentru a primi o educaţie mai bună la marea universitate pariziană. Acum venise rîndul ei. Chiar şi aşa, trăia din te miri ce –

de fapt, o dată a leşinat de foame în clasă. Dar Marie Sklodowska a terminat prima în promoţia ei.

În 1894 l-a cunoscut pe Pierre Curie, un chimist francez renumit care se făcuse deja cunoscut pentru activitatea sa în domeniul piezoelectricităţii. Cei doi s-au căsătorit la 25 iulie 1895, în cadrul unei ceremonii civile. Întotdeauna chibzuiţi, ei au plecat pe biciclete în luna de miere, în sudul Franţei.

Spre sfîrşitul aceluiaşi an, Röntgen anunţa descoperirea razelor X şi, după numai cîteva luni, vestea privind descoperirea lui Becquerel a făcut furori la Paris şi în întreaga comunitate mondială a fizicii. În Anglia, J. J. Thomson, de la laboratorul Cavendish, a reacţionat imediat la această veste şi l-a convins cu uşurinţă pe unul din studenţii săi, tînărul de 24 de ani din Noua Zeelandă Ernest Rutherford, să-şi îndrepte atenţia asupra razelor X.

„Marele obiectiv constă în a găsi teoria chestiunii înaintea tuturor", scria Rutherford familiei sale, „căci aproape toţi profesorii din Europa se află acum angajaţi în competiţie." În curînd, acelaşi lucru a devenit valabil şi pentru radiaţia descoperită de Becquerel. Problema era: ce anume provoca aceste radiaţii inexplicabile şi din ce erau ele compuse?

Marie Curie a pătruns rapid în acest nou şi interesant domeniu. Ea a descoperit în scurt timp – aproximativ în acelaşi timp cu Becquerel şi Rutherford – că radiaţiile emise de uraniu sînt compuse din radiaţii de tipuri diferite. Unele erau deviate într-o direcţie de cîmpul magnetic, altele în altă direcţie. Rutherford a denumit radiaţiile încărcate pozitiv radiaţii alfa, iar pe cele încărcate negativ radiaţii beta (cunoscute şi ca particule alfa şi particule beta). Nimeni nu

ştia exact din ce se compuneau aceste radiaţii, dar în 1898 Marie Curie a propus o denumire pentru toate – *radioactivitate* – şi denumirea s-a păstrat. Iar în 1900, Paul Ulrich Villard a descoperit un al treilea tip de radiaţie, neobişnuit de penetrantă, în componenţa radiaţiilor radioactive, una care nu era deviată deloc într-un cîmp magnetic, pe care a denumit-o radiaţie gama. (Folosirea literelor greceşti la denumirea acestor radiaţii nu însemna altceva decît că identitatea lor nu era cunoscută, la fel ca în cazul literei X din denumirea razelor X.)

Între timp, Marie Curie a folosit o descoperire a soţului ei, Pierre, pentru a măsura radioactivitatea. Radiaţiile radioactive, la fel ca razele X, ionizau orice gaz prin care treceau (inclusiv aerul), făcîndu-l apt să conducă electricitatea. Ea a constatat că poate măsura curentul electric astfel produs cu ajutorul unui galvanometru şi îl poate echilibra cu ajutorul unui cristal supus unei presiuni. Măsurînd valoarea presiunii necesare pentru a echilibra curentul, ea a putut obţine o valoare a intensităţii radioactivităţii. Prin testarea sistematică a sărurilor radioactive, a reuşit să demonstreze că gradul de radioactivitate este proporţional cu cantitatea de uraniu din materialul radioactiv – restrîngînd prin urmare sursa radioactivităţii doar la eşantioanele ei la uraniu. Apoi, în 1898, a făcut o nouă descoperire: elementul greu toriu era de asemenea radioactiv.

Şi mai interesant este faptul că în timp ce lucra la separarea uraniului din pehblendă (oxid de uraniu nativ), Marie a constatat că reziduurile obţinute prezentau o radioactivitate mult mai mare decît se justifica doar prin conţinutul de uraniu propriu-zis al substanţei. Dat fiind că celelalte minerale prezente nu erau radioactive, concluzia

nu putea fi decît că mai existau şi alte substanţe radioactive, în concentraţii prea mici pentru a fi detectate!

Între timp, activitatea tinerei savante căpătase un potenţial atît de mare încît soţul ei, Pierre, i s-a alăturat pentru a o ajuta la munca obositoare şi deloc spectaculoasă de cristalizare a elementelor din minereuri. Deşi el însuşi un strălucit om de ştiinţă, cu o carieră de succes, Pierre a renunţat la propria activitate şi şi-a petrecut ultimii şapte ani din viaţă ajutînd-o, recunoscînd extraordinarele ei calităţi de savant, precum şi importanţa drumului pe care îl urma. (În 1906, la doi ani după ce fusese numit profesor de fizică la Sorbona, a murit călcat de o căruţă la vîrsta de 47 de ani. Marie, numită în locul lui, avea să devină prima femeie care a predat fizica la Sorbona.)

În iulie 1898, cei doi au reuşit. Lucrînd împreună, ei au izolat o cantitate infimă de pulbere din minereul de uraniu. Era un element nou, care nu mai fusese detectat niciodată, cu un nivel de radioactivitate de cîteva sute de ori mai mare decît al uraniului. Ei au denumit elementul descoperit poloniu, după ţara de origine a lui Marie.

Dar se mai întîmpla ceva straniu. Eşantionul de minereu continua să emită o cantitate de radiaţii mai mare decît ar fi putut să emită laolaltă uraniul şi poloniul conţinute. Trebuia să mai fie şi altceva. În decembrie 1898 au găsit răspunsul: un alt element, şi mai radioactiv. Pe acesta l-au denumit radiu.

Dar radiul era, practic, o prezenţă fantomatică. Cei doi nu puteau oferi o descriere acceptabilă a acestui nou element, deoarece cantitatea pe care reuşiseră să o extragă din minereu era infimă. Au izbutit să măsoare radiaţiile emise, iar Eugène Demarçay, specialist în liniile spectrale ale ele-

mentelor, a izbutit să-i analizeze caracteristicile spectrale*. Dar asta a fost tot.

Aşa încît următorul proiect a fost producerea unei cantităţi de radiu suficientă pentru a fi cîntărită, măsurată şi văzută. Cei doi şi-au cheltuit economiile de-o viaţă spre a obţine cantităţi mari de minereu de la o mină din apropiere, după care au început titanicele străduinţi. Au petrecut patru ani, timp în care Marie a slăbit circa şapte kilograme, pentru a purifica şi re-purifica minereul în cantităţi mici de radiu. Pentru producerea unui gram de radiu au fost necesare opt tone de pehblendă.

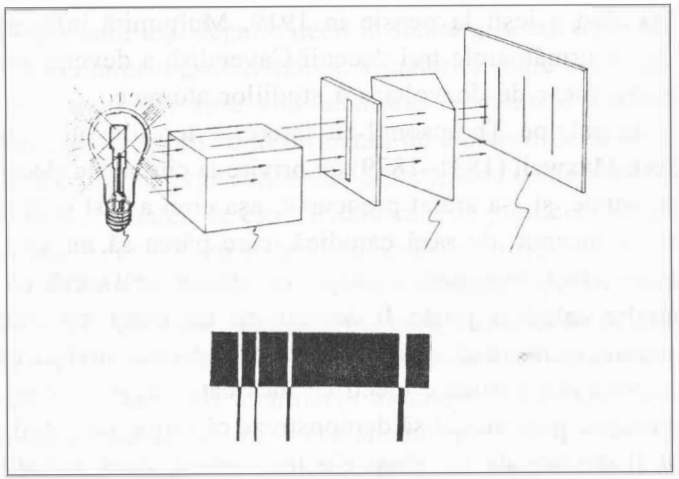
Marie Curie şi-a scris dizertaţia de doctorat pe acest subiect în 1903, şi pentru aceasta ea, Pierre şi Henri Becquerel au împărţit premiul Nobel pentru fizică în acel an. Opt ani mai tîrziu, după moartea lui Pierre, ea a primit încă un premiu pentru descoperirea a două noi elemente, de data asta în chimie şi singură, nemaiavîndu-l alături pe partenerul ei.

ULUITORII ELECTRONI

În timp ce soţii Curie se străduiau să cristalizeze cantităţi microscopice din elemente rare, necunoscute anterior, J.J.Thomson, care lucra la Cambridge, a fost şi el imediat sedus de razele X descoperite de Röntgen.

Joseph John Thomson (1856–1940), fiul unui librar, era atît de strălucit încît a intrat la Universitatea din Manchester la vîrsta de numai 14 ani. Acolo avea de gînd să studieze ingineria, dar a renunţat la aceste planuri în

* Diferite elemente emit radiaţii electromagnetice de diferite lungimi de undă, care pot fi observate ca linii discrete (vezi figura de la pagina 27).



În ilustraţia de mai sus, lumina emisă de un bec cu incandescenţă produce un spectru de absorbţie la trecerea printr-o probă de gaz rece, înainte de a ajunge la un ecran. Gazul a absorbit energie de la lumina albă a becului, aşa cum arată liniile întunecate de pe ecran. Din configuraţia liniilor întunecate este posibil să se deducă frecvenţele absorbite de gaz şi, dat fiind că fiecare element are un spectru unic, gazul poate fi identificat pe baza respectivei configuraţii. Atunci cînd un element este încălzit, emite o energie care poate fi pusă în evidenţă în acelaşi fel, producînd un spectru similar de emisie. Partea de jos a ilustraţiei arată spectrele de emisie şi de absorbţie ale hidrogenului. (Jacqueline D. Spears şi Dean Zollman, *The Fascination of Physics.* Benjamin/Cummings, 1985.)

momentul în care familia sa nu a mai avut bani ca să-i finanţeze continuarea studiilor. Aşa se face că a devenit fizician – din fericire pentru dezvoltarea fizicii moderne. În 1876 a cîştigat o bursă la Universitatea Cambridge, care i-a devenit cămin pentru tot restul vieţii. Şapte ani mai tîrziu a devenit profesor de fizică la Cambridge, iar din 1884 a fost numit director al laboratorului Cavendish, unde a stimulat minţile unei întregi generaţii de tineri savanţi,

pînă cînd a ieşit la pensie în 1919. Mulţumită influenţei sale, în următoarele trei decenii Cavendish a devenit principalul focar de dezvoltare a studiilor atomice.

Iniţial, pe Thomson l-au interesat teoriile lui James Clerk Maxwell (1831–1879) cu privire la cîmpurile electromagnetice, şi s-a arătat preocupat, aşa cum a fost şi Röntgen la început, de rază catodică, care părea să nu aibă o natură electromagnetică. Alţi cercetători arătaseră că o radiaţie catodică poate fi deviată de un cîmp magnetic. Aceasta, spuneau ei, demonstrează că radiaţia catodică este compusă din particule electrice încărcate negativ. Nimeni nu reuşise pînă atunci să demonstreze că radiaţiile catodice pot fi deviate de un cîmp electric; totuşi, dacă radiaţiile catodice erau constituite din particule cu sarcină electrică, un cîmp electric ar fi trebuit să le devieze.

Thomson a acceptat provocarea în 1896. Folosind un tub de radiaţii catodice, el a introdus un cîmp electric şi a reuşit să devieze radiaţiile. Le-a măsurat deviaţia şi viteza. A încercat diferite materiale pentru catod: aluminiu, cupru, staniu, platină. A introdus gaze diferite în tub: aer, hidrogen, dioxid de carbon. Toate valorile rămîneau aceleaşi. El şi-a dat seama că dacă radiaţiile catodice ar fi alcătuite doar din atomi încărcaţi electric, aşa cum credeau alţi cercetători, valorile ar fi diferite, în concordanţă cu masele atomice diferite.

În 1897 el a fost satisfăcut de faptul că a reuşit să izoleze ceea ce a denumit „un corpuscul negativ", pe care îl considera o particulă fundamentală – mai mică decît atomul – care era parte componentă a întregii materii. Thomson a descoperit că atomul avea părţi componente! „Avem în radiaţiile catodice materie într-o nouă stare", a anunţat el, „o stare în care subdiviziunea materiei este

purtată mult mai departe decît în starea gazoasă obişnuită." El a denumit-o „subdiviziune a materiei" care este parte a „substanţei din care sînt alcătuite elementele chimice". Thomson a împrumutat termenul de *electron* de la fizicianul irlandez George Johnstone Stoney, care denumise astfel, în 1891, unitatea de electricitate care se pierde atunci cînd un atom devine ion (adică particulă încărcată).

Aceasta a constituit o veste uluitoare pentru lumea fizicii şi a chimiei. Pentru prima oară, oamenii de ştiinţă au început să întrezărească faptul că atomul ar avea o structură internă. Însăşi identitatea atomului – acel constituent fundamental al naturii – era ameninţată. De multă vreme hidrogenul fusese desemnat fără dubii drept cel mai uşor dintre toţi atomii, şi iată că apărea o particulă care era de 2000 de ori mai uşoară decît hidrogenul. Singura explicaţie posibilă era că acest nou corpuscul negativ era o particulă subatomică – o „cărămidă" structurală de bază, mai fundamentală decît tot ce era fundamental. Era singura explicaţie posibilă, totuşi imposibilă în termenii oricăror principii ale vechii teorii atomice. Aşa cum remarca un istoric al ştiinţei, „descompunerea atomului în particule subatomice a început". Avea să se dovedească un drum lung şi e posibil ca nici astăzi să nu fi ajuns la capăt.

Între timp, în Franţa, în 1899, Henri Becquerel a observat că radiaţia radioactivă pe care o descoperise putea fi deviată şi de cîmpul magnetic. De aici el a dedus că cel puţin o parte din radiaţiile pe care le studia era constituită tot din microparticule încărcate electric. Iar prin 1900 a ajuns la concluzia că particulele încărcate negativ din radiaţia radioactivă erau identice cu electronii descoperiţi de Thomson în radiaţiile catodice.

În 1901, Becquerel a recunoscut că componenta de uraniu a sărurilor cu care lucrase era sursa radiațiilor pe care Marie Curie o denumise radioactivitate, și a ajuns la concluzia că singurul loc din care puteau veni electronii erau chiar atomii de uraniu.

Atunci, ce efect aveau toate acestea asupra definiției atomilor? Evident, aceștia nu erau micile bile de biliard, netede și lipsite de alte caracteristici imaginate de Dalton. Și, incontestabil, nu erau indivizibili.

BUDINCA CU STAFIDE

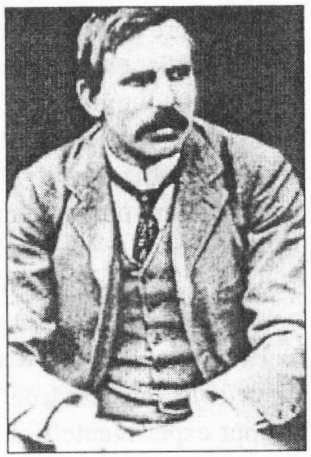
J.J. Thomson a remarcat imediat că se impunea un nou model al atomului. Electronii aveau sarcină negativă; totuși, materia nu avea nici un fel de sarcină. Așadar, atomul trebuia să aibă o anumită structură internă care să contrabalanseze sarcina negativă a electronilor cu o sarcină pozitivă. În 1898, Thomson a propus ceea ce a ajuns să poarte denumirea de modelul „budincă cu stafide" sau „stafide în tort" al atomului: electroni cu sarcină negativă înglobați într-o sferă de densitate uniformă, încărcată pozitiv.

Thomson, a cărui neîndemînare în laborator devenise proverbială, a fost oarecum umbrit de marile personalități care i-au urmat. (Fiul lui, George, spunea: „deși putea să diagnosticheze defecțiunile unui aparat cu o acuratețe tulburătoare, nu era deloc indicat să-l lași singur în fața aparatului".) Dar a lăsat o moștenire importantă. A luminat calea spre particulele subatomice și în 1906 a primit premiul Nobel, pentru activitatea sa în legătură cu electronul. Ulterior, șapte dintre studenții lui, angrenați în activitatea de cercetare aveau să câștige premiul Nobel, printre ei numărîndu-se și fiul său, George, care avea să demonstreze

natura ondulatorie a electronului. Cînd Thomson a ajuns la vîrsta de cincizeci-șaizeci de ani, cam din 1906 pînă în 1919, își clădise reputația de „marele om" de la Cambridge. În orice caz, așa cum îl va descrie mai tîrziu unul dintre studenții lui, „nu era cîtuși de puțin fosilizat", ci prietenos, „ci mai curînd încă tînăr" – și nu se pricepea deloc să se bărbierească. Acel student a fost primul și probabil cel mai cunoscut student-cercetător al lui Thomson, un tînăr exuberant cu mîini mari și o mustață impozantă, de morsă: Ernest Rutherford.

CROCODILUL DIN NOUA ZEELANDĂ

Cînd Ernest Rutherford (1871–1937) a sosit ca bursier la laboratorul Cavendish, venind din țara lui de baștină, Noua Zeelandă, avea 24 de ani. Era un bărbat solid, brunet, cu opinii puternice, cu o ambiție prodigioasă și fără nici o lăscaie. Competiția era dură, după cum îi scria el mamei sale. „Printre atîtea gîngănii științifice care mișună pe-aici,



Ernest Rutherford, prin 1906 (AIP Emilio Segrè Visual Archives)

e foarte dificil să ieşi în faţă." Dar Rutherford nu era omul care să se lase intimidat de concurenţă. Mai tîrziu, studenţii lui aveau să-l poreclească „crocodilul", deoarece, după cum explica unul dintre ei, „crocodilul nu-şi poate întoarce capul... el trebuie să meargă mereu înainte, cu fălcile lui devoratoare". Era neobosit în tot ce întreprindea şi ţinea la rolul lui de om care pune întruna întrebări naturii. Marele lui succes, după cum remarca la un moment dat colegul său Niels Bohr, provenea din „intuiţia cu care formula întrebările în aşa fel încît să obţină răspunsurile cele mai utile".

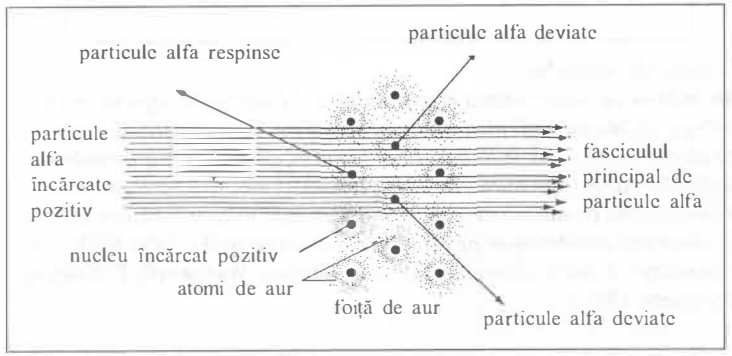
Era un om care „formula ipoteză după ipoteză", aşa cum l-a descris la un moment dat fizicianul italiano/american Emilio Segrè, „respingîndu-le şi modificîndu-le după necesităţi, făcînd totul cu o energie inepuizabilă. Lucra tot timpul, şi chiar şi prietenii şi colegii săi abia dacă aveau cunoştinţă despre o mică fracţiune din gîndurile sale ştiinţifice".

Un experimentator desăvîrşit, Rutherford nu punea în general mare preţ pe teoreticieni. „Ei se joacă cu simbolurile lor", spunea el, „dar noi [experimentatorii] trebuie să scoatem la lumină adevărurile despre Natură". Avea un talent deosebit pentru elaborarea experimentelor şi o capacitate neobişnuită de a alege un singur element semnificativ dintr-un noian de detalii derutante. Aşa cum remarca un coleg de-al său: „Cu o mişcare de la distanţă, Rutherford efectua, ca să zicem aşa, prima împunsătură de ac".

În 1898, Rutherford a acceptat numirea ca profesor de fizică la Universitatea McGill din Canada şi, în timp ce s-a aflat acolo, începînd de prin 1902, el şi asistenţii lui au început experimentele cu particulele alfa pentru a afla mai

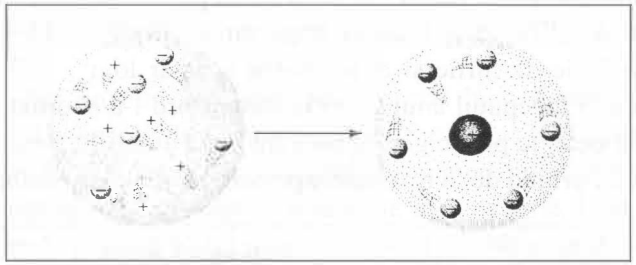
multe despre ele. Cam prin anii 1908–1909, Rutherford a revenit în Anglia, la Universitatea din Manchester, unde a făcut echipă cu un tînăr fizician german, Hans Geiger. Împreună, ei au bombardat folii subţiri de aur cu particule alfa. Cea mai mare parte a particulelor alfa de impact au trecut fără probleme prin folii, lucru la care experimentatorii se şi aşteptau de altfel, pornind de la modelul atomic al lui Thomson. Dar unele din particulele alfa se loveau de folie şi erau deviate la un unghi important, adeseori de 90° şi chiar mai mult. Acest lucru l-a uimit pe Rutherford, care remarca: „Era ca şi cum ai trage cu un obuz de 15 ţoli într-o foaie de hîrtie şi el ar reveni şi te-ar lovi".

Pe la începutul anului 1911, Rutherford l-a abordat pe un ton energic pe Geiger: „Ştiu cum arată atomii!" a exclamat el. Pornind de la rezultatele pe care le obţinuse, Ruther-



Cînd Rutherford a bombardat cu particule alfa încărcate pozitiv o foiţă de aur, cea mai mare parte a particulelor au trecut nedeviate. Dar, spre surprinderea lui Rutherford, cîteva dintre ele au suferit o deviaţie importantă, dezvăluind prezenţa în atomii de aur a unor nuclee mici, încărcate pozitiv, despre a căror existenţă nimeni nu bănuia nimic (Jacqueline D. Spears şi Dean Zollman, *The Fascination of Physics*, Benjamin/Cummings, 1985.)

ford a emis o nouă idee despre atom: ce-ar fi dacă particulele încărcate pozitiv nu ar fi împrăştiate în întreg volumul atomului, aşa cum crezuse Thomson, ci ar fi grupate în centru, într-o regiune minusculă, sau în „nucleu"? Cea mai mare parte a masei atomului ar fi conţinută în nucleu şi un număr egal de electroni încărcaţi negativ ar trebui să se găsească undeva în afara acestuia. Era o idee atrăgătoare – un fel de mini-sistem planetar care amintea de Sistemul Solar în care trăim.



Modele ale atomului:
Bazîndu-se pe descoperirea electronului, J.J.Thomson a sugerat în 1898 (stînga) că atomii ar fi nişte sfere încărcate uniform cu sarcină pozitivă, cu electroni negativi înglobaţi în volumul acestora – ceva asemănător stafidelor dintr-o budincă. În 1911, studentul său Ernest Rutherford a propus ideea că atomii ar consta dintr-un mic nucleu încărcat pozitiv, cu electronii învîrtindu-se pe orbită în jurul acestora (G. Tyler Miller, Jr., *Chemistry: A Basic Introduction, 2nd Edition,* Wadsworth Publishing Company, 1981)

Ideea lui Rutherford privind nucleul atomic, cea pentru care şi-a cîştigat titlul de „Newton al fizicii atomice" a fost şocantă. Ea părea să rezolve toate problemele ridicate de modelul atomic „budinca cu stafide" al lui Thomson. Şi totuşi, chiar şi acest model avea unele probleme. Pentru a construi o viziune mai exactă a naturii atomului ar fi fost

nevoie de aplicarea unui concept uluitor denumit „cuantă" şi propus de savantul german Max Planck. La fel ca şi razele X, această idee va răsturna practic fizica cu susul în jos, cu implicaţii nu numai pentru conceptul de atom, dar, practic, pentru tot ce are legătură cu viziunea noastră despre cum funcţionează lumea.

CAPITOLUL 2

NOUL UNIVERS
PARTEA I:
EINSTEIN ŞI RELATIVITATEA

Oricît de interesantă era noua fizică atomică, lumea fizicii se afla într-un proces de transformare mult mai larg, cu consecinţe asupra felului în care înţelegem chiar forma şi structura timpului, a spaţiului şi a universului. Această parte a celei de-a doua revoluţii ştiinţifice a fost opera lui Albert Einstein, un teoretician strălucit, de mare creativitate şi singurul gînditor care a fost clasat în aceeaşi categorie cu Newton. Dar pentru această parte a povestirii trebuie să ne întoarcem la James Clerk Maxwell şi la ideile sale despre lumină.

Maxwell a introdus un set revoluţionar de ecuaţii care verificau existenţa cîmpurilor electromagnetice şi stabileau faptul că magnetismul, electricitatea şi lumina erau componente ale aceluiaşi spectru: radiaţiile electromagnetice. El susţinea că lumina este o undă, nu o particulă, şi credea că aceasta călătoreşte printr-un mediu invizibil pe care l-a denumit „eter", care umple întreg spaţiul cosmic. Dar

fizicienii au început să sesizeze o problemă nu în legătură cu ecuaţiile cîmpului electromagnetic ale lui Maxwell, ci cu ideile sale cu privire la eter.

PROBLEMA ETERULUI

Maxwell nu a fost singurul care a susţinut ideea că un mediu invizibil denumit eter ar umple vastitatea spaţiului, extinzîndu-se „fără întrerupere de la o stea la alta". Ideea provenea încă de la grecii antici. „Nu încape nici o îndoială", spunea Maxwell într-o conferinţă din 1873, „că spaţiile interstelare nu sînt goale, ci sînt ocupate de o substanţă sau un corp material care este cu siguranţă cel mai mare şi, probabil, cel mai uniform corp despre care avem cunoştinţă".

Ideea de eter părea necesară deoarece, dacă lumina era o undă, părea evident că are nevoie de un mediu în care să se deplaseze. Dar ştiinţa adevărată nu înseamnă să accepţi

În colaborare cu Edward Morley, Albert Michelson a demonstrat că „eterul" prin care James Clerk Maxwell credea că se deplasează lumina nu există (Astronautical Society of the Pacific)

ceea ce „pare evident"; dacă eterul există, ar trebui să fie posibil să se găsească o dovadă oarecare a existenţei sale.

Fizicianul american Albert Michelson (1852–1931) a avut o idee. Dacă eterul care umple universul este staţionar, atunci planeta Pământ va întîmpina rezistenţă la deplasarea prin eter şi va crea un curent, un soi de „vînt", în eter. De unde rezultă că un fascicul de lumină care se mişcă în acelaşi sens cu curentul va fi purtat în sensul acestuia, în vreme ce un fascicul luminos care se deplasează în sens invers curentului va fi încetinit. În timp ce studia în Germania cu Hermann von Helmholtz, în 1881, Michelson a construit un instrument denumit interferometru, care putea diviza un fascicul de lumină în două fascicule perpendiculare între ele, după care reunea fasciculul divizat de o manieră care făcea posibilă măsurarea cu mare precizie a diferenţelor de viteză între cele două jumătăţi de fascicul.

Michelson şi-a efectuat experienţa, dar rezultatele l-au nedumerit. Vitezele celor două jumătăţi de fascicul nu diferau prin nimic. El a tras concluzia că „Rezultatul ipotezei unui eter staţionar... se dovedeşte incorect, ceea ce demonstrează în mod necesar că ipoteza este eronată".

Dar poate că rezultatele erau greşite. Michelson a repetat de mai multe ori experienţa, de fiecare dată încercînd să corecteze orice eroare posibilă. În final, în 1887, în colaborare cu Edward Morley, Michelson a încercat un test în Cleveland, Ohio. Folosind un echipament îmbunătăţit şi luînd toate măsurile imaginabile pentru eliminarea erorilor, erau siguri că de data asta vor reuşi să detecteze eterul. Numai că experienţa a înregistrat un nou eşec.

În consecinţă, experienţa Michelson-Morley a devenit cel mai cunoscut experiment nereuşit din istoria ştiinţei. Ei

au pornit să studieze eterul numai pentru a ajunge la concluzia că eterul nu există. Dar dacă acest lucru era adevărat, cum putea lumina să se deplaseze „ca undă" în absenţa unui mediu fizic purtător? Mai mult, experienţa demonstra că viteza luminii rămîne mereu constantă.

A fost o concluzie cu totul neaşteptată. Dar experimentul era meticulos şi rezultatele incontestabile. Lordul Kelvin, unul dintre marii *guru* ai fizicii din acele timpuri, spunea într-o conferinţă ţinută în 1900 la Royal Institution că experimentul lui Michelson şi Morley a fost „efectuat cu cea mai mare grijă ştiinţifică pentru obţinerea unui rezultat demn de crezare", aruncînd „un nor din secolul al XIX-lea asupra teoriei dinamice a luminii".

Cu toate acestea, concluzia la care s-a ajuns a stîrnit agitaţie printre fizicienii de pretutindeni. După toate aparenţele, ei se înşelau în privinţa existenţei eterului şi, dacă aşa stăteau lucrurile, lumina era o undă care reuşea cumva să se deplaseze fără mijlocirea unui mediu.

Mai mult decît atît, rezultatele experimentului Michelson-Morley păreau să repună în discuţie tipul de relativitate newtoniană care se impusese de vreo două secole şi fusese bine verificat între timp: respectiv, ideea că viteza unui obiect poate să difere în funcţie de sistemul de referinţă al observatorului. Să luăm cazul a două automobile care se deplasează pe autostradă. (Nu existau prea multe maşini şi autostrăzi în 1887, dar am ales exemplul pentru o mai uşoară înţelegere a ideii.) O maşină se deplasează cu 55 mile pe oră, cealaltă cu 54 mile pe oră. Pentru şoferul maşinii mai lente, maşina mai rapidă cîştigă teren cu o viteză de o milă pe oră. De ce s-ar comporta lumina altfel?

Dar era tocmai ceea ce demonstrase experimentul lui Michelson şi Morley: lumina se comportă diferit. Viteza luminii este mereu constantă, indiferent de condiţii. Astronauţii care călătoresc în navele lor spaţiale cu o viteză de 359 000 de kilometri pe secundă în acelaşi sens cu o rază de lumină (care se deplasează cu 360 000 km/s) nu vor percepe faptul că lumina e deplasează mai repede faţă de ei cu 1000 km/s. Ei vor vedea lumina deplasîndu-se cu viteza constantă de 360 000 km/s. Viteza luminii are o valoare universală absolută.

Cei doi experimentatori au scos la iveală ceea ce un autor a denumit „o profundă enigmă a naturii". Totuşi, după nici cinci ani, unul dintre cei mai mari savanţi ai tuturor timpurilor se va folosi de ideea de constantă a vitezei luminii şi va începe să facă ordine în haos cu a sa teorie specială a relativităţii.

Dar, pînă atunci, încă o revoluţie se punea la cale.

MISTERUL CUANTIC

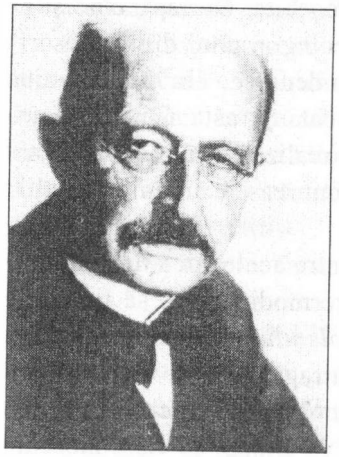
Max Planck nu era genul de om care să declanşeze o revoluţie. Înalt şi slab, liniştit şi impozant – unii spuneau că ar fi „pedant şi rigid" – „Planck era pe de-a-ntregul devotat tradiţiei şi autorităţii, atît în domeniul fizicii, cît şi în viaţa personală. Născut în oraşul german Kiel, în 1858, Planck nu a fost un copil remarcabil. Tatăl lui era profesor de drept civil şi familia lui s-a mutat la München, unde tînărul Max şi-a început educaţia la vîrsta de nouă ani. Copilăria şi anii de colegiu au fost lipsite de evenimente. În timp ce studia fizica la Berlin, i-a avut ca profesori pe respectaţii savanţi germani Hermann von Helmholtz, Rudolf Clausius şi Gustav Kirchhoff; activitatea sa era corectă,

fără să promită însă nimic deosebit. Ca temă de doctorat şi-a ales termodinamica pentru că admira opera lui Clausius în domeniu, dar dizertaţia lui conţinea puţine lucruri care să atragă atenţia cuiva; toate indiciile exterioare arătau că se îndrepta spre o carieră mediocră şi lipsită de inspiraţie. Chiar şi după ce a obţinut un post de profesor la Universitatea din Berlin, în 1889, Planck a făcut impresia că preferă să meargă pe cărări bătătorite. Şi de bună seamă că alegerea termodinamicii ca specializare nu promitea prea multe în sensul unor realizări deosebite. De fapt, cînd şi-a început activitatea ştiinţifică în colegiu, unul din profesori l-a avertizat să nu-şi aleagă fizica deoarece era un domeniu care ducea spre un drum înfundat. Şi asta fiindcă toate lucrările importante fuseseră deja realizate şi noilor fizicieni nu le mai rămăsese decît să lămurească anumite detalii lipsite de importanţă.

S-a întîmplat însă ca unul dintre acele „detalii minore" rămase nelămurite în domeniul termodinamicii să fie ceea ce se numea *catastrofa ultravioletului*, o denumire suficient de spectaculoasă ca să atragă atenţia oricui. Era consecinţa unei probleme generate de încercarea de înţelegere a unui fenomen care va ajunge să fie cunoscut ca radiaţia corpului negru.

În fizică, un corp negru este un corp care absoarbe toate frecvenţele de lumină şi nu reflectă nici cea mai firavă sclipire luminoasă. O bucată de cărbune se apropie de această idee. La fel, rezistenţa unui aparat de prăjit pîinea. În mod logic, dacă un corp negru absoarbe toate frecvenţele, ar trebui ca atunci cînd este încălzit să radieze acele frecvenţe. Dar aici apare dificultatea. Fizicienii se aşteptau ca numărul de frecvenţe din domeniul înalt să fie mult mai

mare decît cel al frecvenţelor joase, deoarece frecvenţele mari au lungimi de undă mai mici şi pot fi înmagazinate mai multe în corpul negru. Aşadar, problema cu corpul negru este că, dacă un corp radiază toate frecvenţele în mod egal, atunci cantitatea de radiaţii din domeniul frecvenţelor înalte ar trebui să o depăşească considerabil pe cea a radiaţiilor de frecvenţă joasă. De fapt, aproape toate radiaţiile ar trebui să fie de frecvenţă înaltă – cu alte cuvinte, din zona ultravioletă a spectrului.



Max Planck, prin 1930 (Max Planck Gesellschaft, prin amabilitatea AIP Emilio Segrè Visual Archives)

Numai că nu astfel se petrec lucrurile. Şi nimeni nu putea explica de ce, în termenii teoriei fizicii din ultimul deceniu al secolului al XIX-lea, deşi încercări s-au făcut, fără îndoială.

Aşa cum scria fizicianul Emilio Segrè în 1980, în studiul său dedicat fizicii moderne *From X-Rays to Quarks* („De la razele X la quarcuri"), „înclinaţia lui Planck pentru problemele fundamentale şi generale l-a îndemnat să preia problema corpului negru, care era independentă faţă de

modelele atomice sau alte ipoteze particulare. Lui îi plăcea absolutul, şi corpul negru era tocmai aşa ceva".

Se poate să fi fost un tip conservator şi rigid, dar Max Planck ţinea totodată să fie cel mai bun în tot ceea ce întreprindea, chiar dacă nu a încercat niciodată să facă lucruri cu adevărat mari. A renunţat să mai studieze pianul în copilărie fiindcă socotea că nu va ajunge niciodată un *mare* pianist, ci doar unul bun. Problema corpului negru îl atrăgea pentru că se limita la un domeniu restrîns, nu se extindea în toate direcţiile – era ca un joc de puzzle complicat. Părţile componente se aflau toate acolo, era sigur de asta, chiar dacă erau amestecate, şi nu trebuia decît să le arunce pe o masă, să le ordoneze şi să le aranjeze corect. Nimeni nu o mai făcuse pînă la el. Dar el era sigur că va reuşi. Şi atunci o părticică de nemurire va fi a lui.

A petrecut mai bine de şase ani din viaţă în încercarea de a găsi o soluţie. Şi după ce a găsit-o, fizica nu a mai fost niciodată ca înainte. Căci rezolvînd în linişte enigma corpului negru, Max Planck va descoperi un principiu esenţial care, după ce va fi adoptat şi de alţii, va schimba pentru totdeauna felul cum înţelegem lumea.

Aşa cum remarca un istoric al ştiinţei: „Planck a fost ca un om care, înainte de descoperirea focului, a vrut să găsească cea mai bună modalitate de a face găuri şi care, vreme de luni, ani şi chiar decenii, a făcut găuri în toate materialele care i-au căzut în mînă şi, făcînd asta, s-a întîmplat să descopere focul".

Pornind de la o intuiţie, în 1900 Planck a obţinut o ecuaţie simplă care descrie exact distribuţia radiaţiei pe întreg domeniul de frecvenţe. Premisa lui de bază spunea: Ce-ar fi dacă energia nu ar fi indivizibilă în mod infinit?

Ce-ar fi dacă, la fel ca materia, şi energia ar fi constituită din particule sau pachete, sau *cuante*, cum le-a denumit el – de la adjectivul interogativ latin care înseamnă „Cît?" (*Quanta* este pluralul, iar forma singulară este *quantum.*)

Planck a mai descoperit că mărimea acestor cuante este direct proporţională cu frecvenţa. Aşa încît radiaţia la frecvenţe mici este „uşoară" – necesită doar pachete sau cuante mici de energie. Dar pentru o frecvenţă de două ori mai mare, radiaţia va necesita o cantitate dublă de energie.

Pornind de la ideea lui Planck că energia nu poate fi emisă decît în cuante întregi, devine foarte simplu pentru un corp să radieze la frecvenţe joase. Dar la frecvenţe înalte, extragerea unei cuante de energie nu mai e un lucru aşa de uşor. Cerinţele energiei cuantice pentru a radia spre capătul frecvenţelor înalte al spectrului sînt atît de mari încît este foarte improbabil ca acest lucru să se întîmple. Aşadar, corpul negru nu radiază toate frecvenţele în mod egal – şi în aceasta constă explicaţia aşa-numitei catastrofe a ultravioletului.

Pe măsură ce temperatura creşte, se formează mai uşor cuantele de energie mai mari necesare pentru radiaţia la frecvenţe mari, deci radiaţia la acele frecvenţe devine mai probabilă. Iată de ce un corp încălzit puţin (de exemplu, corpul omenesc) radiază doar în spectrul infraroşu. O bară de fier încălzită la temperaturi relativ joase emite o lumină roşie, dar pe măsură ce este adusă la temperaturi mai mari, îşi schimbă culoarea, mai întîi în portocaliu, apoi în galben şi în cele din urmă în albastru. Dacă ar fi încălzită la o temperatură suficient de mare, ar emite o lumină albă, reflectînd simultan toate frecvenţele.

Raportul dintre frecvenţa radiaţiei şi mărimea cuantei

este o constantă, *h*, denumită constanta lui Planck şi recunoscută acum ca una dintre constantele fundamentale ale universului.

Planck a rezolvat enigma corpului negru, dar din momentul în care i-a aflat toate dedesubturile şi implicaţiile, el nu a fost mulţumit de imaginea finală pe care a văzut-o. Nu voia să vadă fizica clasică distrusă, adică tocmai ceea ce avea să facă teoria cuantică. Cu toate acestea, şi-a dat seama că declanşase ceva ce nu mai putea fi oprit. Forţa teoriei era prea mare, chiar dacă implicaţiile acesteia îl înspăimîntau. „Va trebui să ne obişnuim cu teoria cuantică", a conchis el, „şi credeţi-mă, se va extinde... Va pătrunde în toate domeniile."

Totuşi, Max Planck nu era omul care să o promoveze în acele domenii.

Pînă la sfîrşitul vieţii, el va rămîne celebru pentru descoperirea cuantelor, dar îşi va petrece restul zilelor încercînd să reconcilieze oarecum tulburătoarea sa descoperire cu prea iubita sa fizică clasică. Era o încercare sortită eşecului. „Încercările mele zadarnice de a reconcilia într-un fel sau altul fizica cuantică elementară cu teoria clasică au continuat mulţi ani şi m-au costat multe eforturi", scria el spre finele vieţii.

> *Mulţi dintre colegii mei au văzut aproape o tragedie în acest lucru, dar pentru mine a fost altfel, deoarece clarificarea profundă a ideilor pe care am căpătat-o de pe urma acestei lucrări a avut o mare valoare pentru mine. Acum ştiu cu certitudine că cuanta acţiunii are o semnificaţie mult mai profundă decît bănuiam la început.*

Printre primii care au înţeles semnificaţia fundamentală a cuantelor s-a numărat un conaţional de-al lui Planck care va folosi teoria acestuia pentru a rezolva un alt mister tulburător al fizicii şi care va continua ulterior să zdruncine temeliile fizicii cu idei revoluţionare proprii, iar în final se va întoarce la misterele cuantelor pentru ca, asemenea lui Planck, să-şi petreacă restul vieţii blocat în bătălia cu ceea ce generase fizica cuantică.

EINSTEIN ŞI EFECTUL FOTOELECTRIC

Dacă Max Planck s-a remarcat prin conservatorismul său tipic pentru clasa mijlocie, Albert Einstein (1879–1955) era întruchiparea rebelului: un om care prefera să lucreze singur, un rătăcitor în sferele cele mai înalte ale gîndirii, incomod şi adesea disprețuitor față de preocupările obişnuite ale oamenilor de rînd. Aşa cum explica la un moment dat, s-a aplecat spre ştiinţă din dorinţa de a scăpa de „Eu" şi de „Noi". În schimb, prefera să se gîndească la obiectele neînsufleţite. În anii din urmă ai vieţii, ca un bătrîn înţelept, era personificarea geniului excentric şi simpatic, un adevărat „sfînt". Totuşi, în tinereţe, precum şi în perioada marilor sale realizări, era mai degrabă grosolan, lipsit de răbdare şi egoist. Extrem de încrezător în geniul său, asemenea marelui său predecesor, Isaac Newton, Einstein a mers pe propriul său drum, şi-a fixat propriile obiective şi nu s-a preocupat mai deloc de ceea ce numea „chingile aspectelor personale ale vieţii.... dominate de dorinţe, speranţe şi sentimente primitive".

Albert Einstein s-a născut la Ulm, în Germania, în 1879, în acelaşi an în care deceda marele fizician teoretician al secolului al XIX-lea, James Clerk Maxwell. Einstein a fost

„omul în plus" încă din copilărie şi în primii ani de şcoală. Copil precoce, era în acelaşi timp singuratic şi uneori plin de amărăciune. Prefera să înveţe singur şi detesta înregimentarea şi metodele pedante ale sistemului de şcolarizare german. „Cînd eram în clasa a şaptea a Gimnaziului Luitpold (aveam deci cincisprezece ani)", scria el mai tîrziu într-o scrisoare, „am fost convocat de diriginte care şi-a exprimat dorinţa ca eu să părăsesc şcoala. La remarca mea cum că nu făcusem nimic greşit, el a replicat doar că «simpla ta prezenţă distruge respectul clasei faţă de mine».

Nu-i vorbă că şi eu doream la fel de mult să plec de la şcoala aceea... motivul principal îl constituiau metodele plicticoase şi mecanice de predare. Din cauza proastei mele memorii pentru cuvinte, acest lucru îmi provoca mari dificultăţi pe care mi se părea lipsit de sens să le depăşesc. Preferam, prin urmare, să îndur tot soiul de pedepse decît să învăţ pe dinafară."

În 1894, Albert Einstein a părăsit şcoala după ce l-a convins pe medicul familiei sale să-i dea un certificat care să ateste că avea nevoie de odihnă şi recuperare din motive

Albert Einstein (Mount Wilson Observatory)

de sănătate. Avea cincisprezece ani şi avea un plan. Intenţia lui era să evite înrcgimentarea din gimnaziu, să petreacă un an călătorind şi studiind de unul singur, iar apoi să susţină examenul de admitere la celebrul Institut Federal de Tehnologie din Zürich. Aşa cum ulterior îşi amintea adesea cu plăcere, anul care a urmat a fost unul dintre cei mai fericiţi din viaţa sa. A bătut cărările munţilor din Germania şi Italia, studiind cărţile de fizică pe care le luase cu el şi vizitînd galeriile dc artă şi muzcele din Genova. Oricum, planul lui a eşuat. La vîrsta de şaisprezece ani a susţinut examenele de admitere la „Poly", cum era denumit cu dragoste institutul, şi a picat.

Situaţia ar fi putut fi dezastruoasă, iar tînărul Einstein ar fi putut să cadă într-o dureroasă obscuritate, la fel ca mulţi alţii care renunţaseră la şcoală, dar se comportase suficient de bine la probele de matematică şi fizică pentru a atrage atenţia unuia dintre profesori, care l-a îndemnat să rămînă să asiste la cursurile lui chiar dacă nu fusese admis. Apoi a fost încurajat să nu renunţe şi să facă cerere de admitere la progresista Şcoală cantonală elveţiană.

Înflorind în libertatea şi lipsa de înregimentare din şcoala elveţiană, Einstein a obţinut rapid o diplomă şi încă o dată a făcut cerere de admitere la „Poly". De data asta, renunţîndu-se în cazul lui la cerinţele legate de vîrstă, a fost admis în toamna lui 1896.

Patru ani mai tîrziu, în 1900, a obţinut diploma de la institut. Cu toate acestea, anii petrecuţi acolo nu au fost fericiţi. Îndrăgea Elveţia, pînă într-atît încît a obţinut cetăţenia ţării în 1901, dar pur şi simplu nu era un student fericit. Chiar şi relativa libertate a Institutului din Zürich era prea restrictivă pentru temperamentul său. Aşa cum

avea să scrie ulterior în *Însemnări autobiografice* despre anii petrecuţi în institut, „Erai obligat să înghesui toată materia aia în minte pentru examen, indiferent dacă-ţi plăcea sau nu. Această constrîngere a avut un efect atît de descurajant asupra mea încît, după ce am trecut de ultimele examene, am considerat ca dezgustător vreme de un an întreg orice gînd în legătură cu vreo problemă ştiinţifică".

Situaţia nu s-a ameliorat nici după absolvire. Nu-şi făcuse prea mulţi prieteni sau relaţii la institut şi, de fapt, chiar şi-i îndepărtase pe unii profesori (care l-ar fi putut ajuta să obţină un post universitar) cu atitudinea sa disprcţuitoare. Situaţia sa financiară era precară şi nici un post nu se întrezărea la orizont. Trăind de azi pe mîine în anul următor, a reuşit să adune suficiente angajări temporare, a dat meditaţii şi a funcţionat sporadic ca profesor suplinitor, astfel că a rezistat. Dragostea pentru ştiinţă îi revenea treptat după anii descurajatori petrecuţi la institut, astfel încît şi-a reluat studiile şi a început să lucreze pentru doctorat.

Pînă la urmă a avut un pic de noroc. Şi ca mai tot ce i s-a întîmplat lui Einstein, a fost un noroc neobişnuit şi neaşteptat. Unul dintre puţinii profesori dc la institut pe care nu şi-i înstrăinase ştia că Einstein avea nevoie de o slujbă şi i-a vorbit tatălui său. Pe urmă, tatăl său l-a recomandat pe Einstein prietenului său Friedrich Haller, directorul Biroului de Patente din Berna. Era acolo un post liber şi Einstein a susţinut un interviu dc angajare. Pentru cineva ca Einstein, sarcina era uşoară. Trebuia să analizeze cererile pentru noi patente pe măsură cc erau depuse şi să decidă dacă erau fezabile din punct de vedere tehnic sau ştiinţific înainte de a le transmite unui superiori. Interviul

de angajare a decurs bine, numai că postul era din categoria serviciilor civile şi, conform legii, trebuia dat publicităţii. Lui Einstein i s-a spus că va fi anunţat şi după audierea altor solicitanţi. Decizia finală avea să dureze luni de zile. A fost o aşteptare dură, dar Einstein şi-a petrecut o parte din timp scriind un articol despre termodinamică pe care l-a înaintat la „Poly" ca teză şi ca obligaţie parţială pentru doctorat. În cele din urmă, articolul a fost respins ca teză (deşi ulterior avea să găsească un editor care să-l publice), şi lucrurile păreau să continue calea descendentă din punctul lui de vedere, cînd, în sfîrşit, a fost anunţat că a obţinut postul la biroul de patente.

În iunie 1902 s-a dus să-şi începă munca la Biroul Elveţian de Patente. Era o activitate foarte îndepărtată de cea academică, dar Einstein considera că slujba era perfectă. Rebelul îşi găsise un cămin temporar. Scăpase de gîndirea pedantă şi de înregimentarea academică rigidă pe care o ura atît de mult şi, în cea mai mare parte a timpului, era lăsat de capul său. Munca era interesantă, uşoară şi adeseori amuzantă, mai ales cînd pe masa lui de lucru ajungeau cele mai bizare planuri de invenţii excentrice „ştiinţifice". Avea un bun fler ştiinţific pentru a sesiza aspectele pozitive şi negative ale unei invenţii propuse şi era foarte mulţumit atunci cînd putea să trimită superiorilor săi conceptele cele mai originale şi mai inteligente. Mai important, totuşi, a fost faptul că putea să-şi termine munca pe o zi întreagă în primele ore ale dimineţii, rămînîndu-i destul timp după aceea pentru a reflecta şi a lucra la propriile sale idei ştiinţifice pentru care, din fericire, nu avea nevoie de laborator – doar de un creion ascuţit, o foaie de hîrtie şi mintea sa unică.

Pînă în 1905 a definitivat nu mai puţin de cinci articole, toate publicate în acelaşi an de Anuarul German de Fizică, trei dintre ele fiind de o importanţă majoră. Şi tot în acelaşi an a primit titlul de doctor în fizică.

Unul dintre articole ataca un fenomen misterios, cunoscut ca efectul fotoelectric, care fusese observat de cîţiva ani. Atunci cînd lumina cade pe anumite materiale, sînt emişi electroni. (În linii mari, asemănător cu principiul care face uşile dotate cu „ochi electronic" să se deschidă atunci cînd „te văd" venind.) Pînă atunci, nimeni nu reuşise să explice fenomenul, cu toate că fizicianul maghiaro-german Philipp von Lenard descoperise încă din 1902 că nu exista nici o relaţie între intensitatea luminii şi energia electronilor emişi. Iar o lumină mai puternică putea provoca creşterea emisiei de electroni, dar aceştia nu ar avea energii mai mari decît cei emişi sub influenţa unei lumini slabe. Fizica clasică nu putea oferi nici o explicaţie.

Aici şi-a făcut intrarea Einstein, scoţînd la iveală teoria cuantică a lui Planck peste care, de vreo doi ani, se cam aşternuse praful lipsei de interes. Planck arătase că lumina emite „pachete" distincte; Einstein a adăugat că, în afară de asta, lumina se şi deplasează în pachete. În continuare, Einstein a arătat că o anumită lungime de undă a luminii este alcătuită din cuante cu un conţinut energetic fix, conform teoriei cuantice. Cînd o cuantă de energie bombardează un atom de metal, atomul eliberează un electron cu un anumit conţinut energetic şi nu altul. O lumină mai puternică va conţine mai multe cuante, provocînd emiterea mai multor electroni cu acelaşi conţinut energetic. Cu cît lungimea de undă a luminii este mai mică (şi deci frecvenţa este mai mare), cu atît mai multă energie este conţinută în

cuantă, iar electronii emişi vor avea, corespunzător, energii mai mari. Lungimile de undă foarte mari (de frecvenţe joase) vor fi alcătuite din cuante cu un conţinut energetic mult mai mic, în unele cazuri prea mic pentru a provoca emisia de electroni. Iar acest prag variază în funcţie de metal.

Aceasta a fost prima utilizare a teoriei lui Planck de la inventarea ei pentru a explica problema corpului negru – şi iată că, încă o dată, reuşea să explice un fenomen fizic rămas inaccesibil fizicii clasice. Pentru această lucrare Einstein a primit în 1921 premiul Nobel pentru fizică. A fost primul pas important în procesul de naştere a mecanicii cuantice, recunoaşterea naturii discrete şi discontinue a întregii materii, observabil îndeosebi la dimensiuni foarte mici.

În mecanica clasică, energia şi materia pot fi considerate ca deplasîndu-se de-a lungul unei rampe, în gradaţii continue, în vreme ce, în mecanica cuantică, energia şi materia se mişcă pe treptele unei scări. Conform teoriei cuantice, un obiect nu-şi poate creşte sau descreşte nivelul energetic decît absorbind sau emiţînd suficientă energie pentru a-i permite să existe la un alt nivel energetic permis. În cursul unui salt cuantic, între o „treaptă" şi următoarea, materia sau energia nu există, decît la nivelurile energetice permise.

Mecanica clasică pare să rămînă valabilă atîta timp cît investigaţiile nu implică dimensiunile foarte mici sau foarte mari ori vitezele foarte mari. Teoria cuantică a lui Planck ajută la explicarea fenomenelor care apar la dimensiunile minuscule ale atomilor şi ale particulelor acestora.

Totuşi, Einstein va deveni vestit pentru că şi-a îndreptat

atenţia spre domeniul dimensiunilor foarte mari – şi al vitezelor foarte mari, respectiv, viteza luminii. Dar mai întîi, cîteva cuvinte despre un alt articol celebru pe care l-a publicat în anul acela în legătură cu o altă problemă care-i preocupa pe fizicieni de cîteva decenii.

MIŞCAREA BROWNIANĂ

Cu şaptezeci de ani în urmă, într-una din zilele anului 1827, botanistul scoţian Robert Brown observa la microscop polenul unei plante aflat în suspensie în apă, cînd a remarcat mişcarea neregulată a unora dintre granulele de polen. Poate că asta era dovada „forţei vitale" din nodulele minuscule. Dar Brown a observat apoi aceeaşi mişcare cînd a examinat particule de vopsea „moarte" aflate în suspensie în apă: mişcări haotice, fără ţintă, aleatorii. În orice caz, el nu a avut nici o explicaţie pentru acest fenomen şi nimeni nu a reuşit să-l explice vreme de trei sferturi de secol.

Acum Einstein a demonstrat matematic că moleculele aflate în mişcare constantă în apă ar putea să împingă particulele minuscule îndeajuns de tare ca să le clatine. El a calculat efectul asupra mai multor dimensiuni de molecule şi unghiuri de mişcare, obţinînd o ecuaţie care poate fi folosită pentru calculul dimensiunii moleculelor care bombardează particulele şi a atomilor care le compun. Cîţiva ani mai tîrziu, între 1908 şi 1909, Jean-Baptiste Perrin a desfăşurat o serie de experimente care au demonstrat existenţa atomului în termeni observaţionali şi au confirmat lucrarea teoretică a lui Einstein. A fost pentru prima oară cînd cineva a obţinut o dovadă strict observaţională, nu deductivă, privind existenţa atomului.

TEORIA SPECIALĂ

În mod surprinzător, Eistein nu a primit premiul Nobel pentru cel mai important articol dintre cele cinci publicate în 1905, cel care se ocupa de o teorie care a devenit cunoscută ca teoria specială a relativității. Este denumită „specială" pentru că se ocupă de un caz special; în cadrul acestei teorii, Einstein discută doar despre ce se întîmplă cînd obiectele se deplasează la o viteză constantă în linie dreaptă (mişcare uniformă neaccelerată). După cum vă amintiți, Michelson şi Morley nu au reuşit să detecteze nici o modificare a vitezei luminii. Independent, Einstein şi-a pus întrebări despre acest lucru şi a pornit de la supoziția că viteza luminii în vid este întotdeauna constantă. Nu contează dacă sursa se mişcă şi nu contează dacă observatorul care măsoară acea viteză se mişcă.

De asemenea, el a renunțat la ideea eterului, pe care Michelson şi Morley o puseseră în discuție. Maxwell avusese nevoie de ea deoarece credea că lumina se deplasează ca o undă şi, dacă aşa stăteau lucrurile, avea nevoie de un mediu în care să se deplaseze. Dar ce-ar fi dacă, aşa cum susținea teoria lui Max Planck, lumina se deplasează în pachete discrete sau cuante? Atunci s-ar comporta asemenea unor particule şi nu ar mai avea nevoie de un mediu pentru a se deplasa.

Făcînd aceste supoziții – că viteza luminii este constantă, că nu există eter, că lumina se deplasează sub formă de cuante şi că mişcarea este relativă –, el a reuşit să demonstreze de ce experiența Michelson-Morley a avut rezultatul pe care l-a avut, fără să pună la îndoială valabilitatea ecuațiilor lui Maxwell cu privire la cîmpul electromagnetic.

Aşadar, în esență, în a sa teorie specială a relativității, Einstein a revizuit fizica newtoniană de aşa manieră încît, atunci cînd a calculat formulele, viteza relativă a luminii rămînea mereu aceeaşi. Ea nu se schimbă niciodată relativ la orice altceva, chiar dacă alte lucruri se modifică unele față de altele. Masa, distanța şi timpul variază toate în funcție de cît de rapid te deplasezi. Aşa cum observă ceilalți, cu cît mai repede te deplasezi, cu atît mai mare este masa ta, cu atît mai puțin spațiu parcurgi şi cu atît mai încet trece timpul. Cu cît te apropii mai mult de viteza luminii, cu atît mai pronunțate devin aceste efecte. Dacă ai fi un astronaut care călătoreşte cu 90% din viteza luminii (cam 324 000 km/s), ai putea călători vreme de cinci ani (conform calendarului şi ceasului tău), iar la revenirea pe Pămînt ai constata că pentru prietenii pe care i-ai lăsat în urmă au trecut de fapt zece ani. Sau, dacă ai putea să accelerezi motoarele pentru a te deplasa cu 99,99% din viteza luminii, după o călătorie de numai şase luni ai constata că pe Pămînt au trecut 50 de ani în timpul absenței tale.

Aşadar, legile relativității spun că timpul este relativ; el nu se scurge mereu cu aceeaşi repeziciune. De exemplu, ceasurile aflate în mişcare se mişcă mai încet. În anii 1960, un grup de savanți de la Universitatea Michigan au luat două ceasuri atomice cu o precizie de 13 zecimale. Ei au pus unul dintre ceasuri într-un avion care a zburat în jurul globului, iar celălalt ceas a rămas la sol. Cînd avionul a aterizat şi cele două ceasuri au fost comparate, s-a constatat că ceasul care s-a aflat în mişcare a măsurat o durată de timp mai mică decît cel rămas la sol.

Relativitatea mai spune că, cu cît mai repede se deplasează un obiect, cu atît dimensiunea sa se reduce în

direcţia mişcării, aşa cum o vede un observator staţionar. Iar masa, văzută de acelaşi observator, va părea că creşte. În plus, nimic, conform relativităţii, nu poate atinge vreodată viteza luminii (sau, mai precis, viteza cu care toate radiaţiile electromagnetice se deplasează în vid – inclusiv undele radio, razele X, radiaţiile infraroşii şi aşa mai departe). Viteza luminii constituie limita superioară deoarece, pe măsură ce viteza unui obiect se apropie de viteza luminii, masa acestuia tinde către infinit.

Cel mai uluitor dintre toate aspectele este că, folosindu-se de celebra sa ecuaţie, $E=mc^2$, Einstein a mai demonstrat că energia şi masa sînt doar două faţete ale aceleiaşi realităţi. În această ecuaţie, E este energia, m este masa, iar c^2 este pătratul vitezei luminii, care este o constantă. Aşadar, cantitatea de energie este egală cu masa unui obiect înmulţită cu pătratul vitezei luminii.

Toate acestea păreau să contrazică complet bunul-simţ. Dar bunul-simţ se bazează pe experienţa de zi cu zi, iar lucrurile nu devin cu adevărat ciudate cu relativitatea decît dacă te aventurezi în domeniul vitezelor foarte mari. Acolo, cei mai mulţi dintre noi nu au nici un fel de experienţă la care să se raporteze. Dar, indiferent cît de anti-intuitiv ar părea, nu trebuie să uităm că toate experimentele care s-au efectuat pentru verificarea acestei teorii de mai bine de nouăzeci de ani au demonstrat că Einstein a avut dreptate.

TEORIA GENERALĂ

În mod destul de ciudat, au trebuit să mai treacă patru ani după publicarea articolelor lui Einstein despre efectul fotoelectric, mişcarea browniană şi teoria specială a relativităţii pînă cînd acesta a reuşit să obţină un post de

profesor la Universitatea din Zürich – ba încă unul prost plătit. Dar în 1913, datorită influenţei lui Planck, Institutul Kaiser Wilhelm (KWI) din apropiere de Berlin a creat un post pentru Einstein. Încă de la publicarea articolelor din 1905, Einstein lucra la o teorie şi mai ambiţioasă: teoria generală a relativităţii. Teoria specială era aplicabilă numai mişcării rectilinii şi uniforme. Ce se întîmplă însă cînd un obiect aflat în mişcare accelerează sau încetineşte de-a lungul unei traiectorii curbe sau în spirală? Cazul mai general al mişcării accelerate era mult mai complicat, dar o teorie care s-o explice ar fi fost şi mai utilă.

Acum, la KWI, Einstein avea prilejul să-şi definitiveze opera. Iar în 1916 el a publicat articolul despre teoria generală a relativităţii, cu implicaţii imense îndeosebi la scară cosmologică. Mulţi fizicieni o consideră cea mai elegantă realizare intelectuală a tuturor timpurilor.

Teoria generală păstrează principiile enunţate în cadrul teoriei speciale, adăugînd o nouă perspectivă asupra gravitaţiei – deoarece gravitaţia este cea care provoacă accelerarea şi decelerarea şi totodată curbează traiectoriile sateliţilor în jurul planetelor, ale planetelor în jurul sorilor şi aşa mai departe.

Einstein şi-a dat seama că nu există nici o modalitate de a diferenţia efectele gravitaţiei de cele ale acceleraţiei. Aşa încît a renunţat la ideea de gravitaţie ca forţă, în schimb a vorbit despre ea ca despre un artefact al felului cum noi observăm obiectele mişcîndu-se în spaţiu şi timp. Conform relativităţii lui Einstein, cea de-a patra dimensiune – timpul – se alătură celor trei dimensiuni ale spaţiului (înălţime, lungime şi lăţime), iar cele patru dimensiuni formează împreună ceea ce numim continuum spaţio-temporal.

Pentru a ilustra ideea că accelerația și gravitația produc în esență aceleași efecte, Einstein a folosit exemplul unui ascensor cu cablurile rupte care cade de la ultimul etaj al unei clădiri. În timpul căderii ascensorului, efectul asupra ocupanților săi este „imponderabilitatea", ca și cum aceştia s-ar găsi la bordul unei astronave. În momentele acelea, ei se află în cădere liberă în jurul Pământului. Dacă oamenii dinăuntru nu ar vedea nimic din afara ascensorului, ei nu ar avea cum să-şi dea seama de diferența dintre acea experiență și cazul în care ar zbura la bordul unei astronave pe orbită.

Einstein s-a folosit de această echivalență pentru a scrie ecuațiile care vedeau gravitația nu ca o forță, ci ca o curbură în spațiu-timp – ca și cum fiecare corp de mari dimensiuni s-ar afla pe suprafața unei folii uriașe de cauciuc. Un obiect de dimensiuni mari, cum ar fi o stea, îndoaie sau deformează curbura spațiu-timp, așa cum o bilă mare așezată pe o folie de cauciuc ar provoca o deformare a suprafeței acesteia. Distorsiunile provocate de mase asupra formei spațiului și timpului se regăsesc în ceea ce noi numim gravitație. Ceea ce oamenii numesc „forța" gravitațională nu este cu adevărat o caracteristică a obiectelor precum stelele sau planetele, ci vine de la forma spațiului însuși.

De fapt, această curbură a fost confirmată experimental. Einstein a făcut predicții în trei domenii în care teoria sa generală intra în conflict cu teoria newtoniană a gravitației:

1. Teoria generală a lui Einstein ținînd seama de o deviere a periheliului (punctul cel mai apropiat de Soare) al orbitei unei planete. (O astfel de modificare legată de orbita lui Mercur îi contraria de ani de zile pe astronomi.)

2. Într-un cîmp gravitațional intens, lumina ar trebui să prezinte o abatere spre roşu, întrucît are de luptat împotriva gravitației pentru a părăsi o stea.

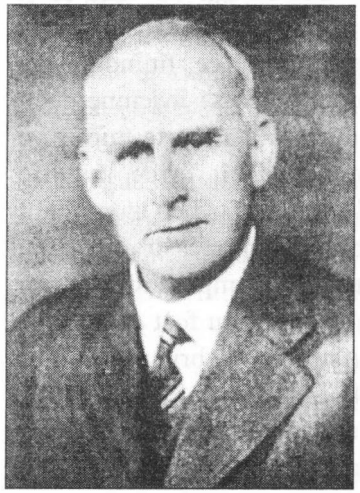
3. Lumina ar trebui să fie deviată de un cîmp gravitațional mult mai mult decît prezicea Newton.

Prima dintre aceste predicții nu era deosebit de impresionantă, dat fiind că Urbain Leverrier observase deja această modificare a orbitei lui Mercur şi în 1845 postulase existența unei alte planete interioare pentru a o explica. Dar teoria lui Einstein a rezolvat cu adevărat misterul.

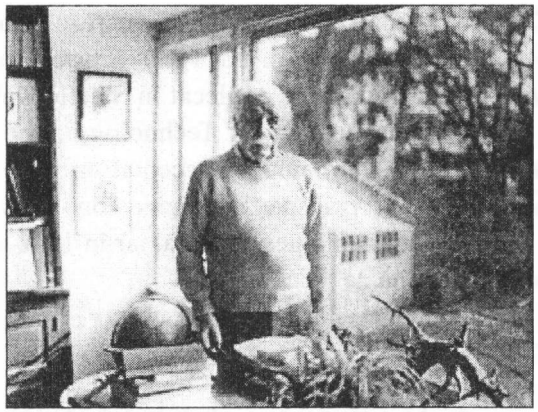
Cît despre abaterea spre roşu, astronomul american Walter Sydney Adams (1876–1956) devenise prin 1915 expert în spectrele stelare. El demonstrase deja că luminozitatea unei stele poate fi determinată în general din spectrul ei, şi la vremea aceea tocmai studia steaua însoțitoare a stelei Sirius. El determinase pe baza spectrului acesteia că steaua, deşi foarte întunecată, avea o temperatură extrem de ridicată. O căldură atît de mare ar fi trebuit să producă o foarte mare luminozitate sau strălucire în relație cu aria suprafeței stelare, ceea ce, ținînd seama de cît de întunecată era steaua, nu putea să însemne decît că însoțitoarea lui Sirius avea o suprafață foarte mică şi o densitate uriaşă, fiind mai densă decît orice materie obişnuită. Pornind de la ideea lui Rutherford că atomii sînt în cea mai mare parte „goi" pe dinăuntru, astronomii au conchis că această stea ar putea fi compusă din atomi colapsați, ale căror particule subatomice au fost „zdrobite" şi înghesuite unele în altele. Astronomul britanic Arthur Stanley Eddington (1882–1944) i-a sugerat lui Adams că această „pitică albă", cum a fost denumit acest tip de corp super-dens, ar trebui să aibă un cîmp gravitațional extrem

de intens, ceea ce făcea din ea un bun candidat pentru a testa cea de-a doua predicţie a teoriei lui Einstein, abaterea spre roşu. Aşa se face că, în 1925, Adams a avut ocazia să caute această abatere şi a găsit-o. Liniile de absorbţie spectrală ale piticei albe erau de fapt deplasate spre capătul roşu al spectrului mai mult decît ar fi fost normal. Mai recent, în anii 1960, dispozitive de măsurare mai sofisticate au făcut posibilă testarea unor deplasări spre roşu mult mai mici ale luminii propriului nostru Soare, ceea ce se corobora de asemenea cu predicţiile lui Einstein.

Teoria generală s-a născut în toiul primului război mondial, aşa încît verificarea celei de-a treia predicţii, legată de devierea luminii în cîmp gravitaţional, a fost amînată pînă după război. În 1919, însă, Societatea Astronomică Regală din Londra a organizat două expediţii – una în nordul Braziliei şi cealaltă în insula Principe din largul coastei vestice a Africii – pentru a profita de eclipsa solară care se



Astronomul şi fizicianul britanic Arthur S. Eddington a fost unul dintre cei mai importanţi susţinători ai teoriilor relativităţii ale lui Einstein. El a participat la una dintre expediţiile organizate în 1919 care urmau să verifice teoria generală a relativităţii, şi tot el i-a sugerat lui W.S. Adams că pitica albă însoţitoare a lui Sirius era o bună candidată pentru a testa abaterea spre roşu prezisă de teoria generală a relativităţii. Einstein considera tratatul lui Eddington privind relativitatea, publicat în 1923, ca fiind cel mai bun scris vreodată. (Astronomical Society of the Pacific)



Einstein în biroul lui de la Institutul pentru Studii Avansate de la Princeton, New Jersey (Institute for Advanced Study)

producea exact într-un moment în care în apropierea Soarelui apăreau mult mai multe stele strălucitoare decît în mod obişnuit. Pe 29 martie 1919, eclipsa s-a produs şi, pe cerul întunecat al zilei, au fost făcute măsurători ale celor mai apropiate stele. Apoi ele au fost comparate cu măsurătorile făcute cu şase luni mai devreme, cînd aceleaşi stele se aflau în cu totul alte regiuni decît în apropierea Soarelui. S-a demonstrat că Einstein avusese dreptate. El a devenit în scurt timp cel mai mare om de ştiinţă al lumii, iar numele lui a ajuns foarte popular.

Între timp, Germania – multă vreme unul dintre principalele leagăne ale marilor realizări în toate domeniile ştiinţei – a devenit tot mai puţin ospitalieră faţă de marele grup de savanţi de excepţie care lucrau acolo, în special aceia care, asemenea lui Einstein, se numărau printre ţintele evreieşti ale naziştilor. După 1930, a început exodul, care i-a cuprins şi pe oamenii de ştiinţă ne-evrei, aceştia plecînd

din principiu, nemaifiind dispuşi să lucreze acolo unde colegii lor erau persecutaţi. În 1930 Einstein a părăsit Germania pentru totdeauna. A plecat în Statele Unite ca să predea la California Institute of Technology şi nu s-a mai întors niciodată în Germania. A acceptat un post la Institutul pentru Studii Avansate din Princeton, New Jersey, unde a devenit o prezenţă permanentă, iar în 1940 a obţinut cetăţenia americană.

CAPITOLUL 3

NOUL UNIVERS PARTEA A II-A: SURPRIZA CUANTICĂ

Incitantele descoperiri ale radioactivităţii, ale teoriei cuantice şi relativităţii au făcut ca primii 25-30 de ani ai secolului XX să fie martorii unei extraordinare abundenţe de idei şi descoperiri, nemaiîntîlnită în istoria fizicii. Un grup dinamic de bărbaţi şi femei – ambiţioşi, inteligenţi, talentaţi şi foarte bine pregătiţi – s-a adunat în universităţile din Europa, Marea Britanie şi, într-o mai mică măsură, Canada şi Statele Unite, pentru a călători pe creasta unui val al explorării în regiunile cele mai ascunse ale atomului. Una dintre cele mai strălucite minţi din această perioadă a aparţinut unui tînăr care a ajuns să fie cunoscut ca Blîndul Danez.

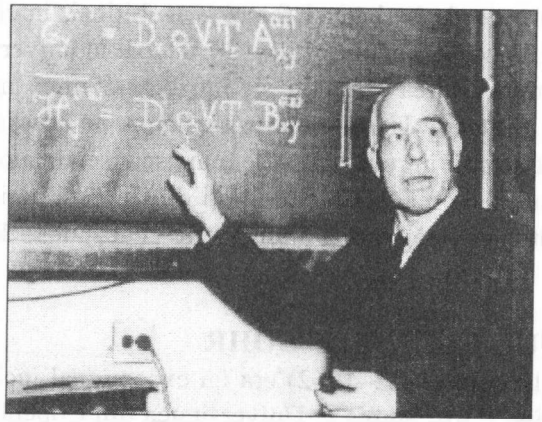
ATOMUL LUI NIELS BOHR

Niels Bohr (1885–1962) era un excepţional jucător de fotbal cînd a fost admis la Universitatea din Copenhaga în 1903 – deşi nu la fel de bun ca fratele lui, Harald (care a

făcut parte din echipa de fotbal a Danemarcei, cîştigătoare a locului secund la Jocurile Olimpice). Amîndoi fraţii erau totodată foarte inteligenţi, dar în zilele de studenţie, cînd cineva comenta talentul său la matematică, Harald răspundea: „Eu nu sînt nimic, ar trebui să-l cunoaşteţi pe fratele meu, Niels".

Niels era un bărbat solid, înalt, cu o faţă de buldog şi un cap neobişnuit de mare, sprîncene groase şi mîini păroase. Avea un simţ al umorului liniştit şi un talent carismatic de a-i face pe oameni să formuleze idei şi de a stimula discuţiile. În 1921, după ce a supravegheat înfiinţarea şi construirea Institutului de Fizică Teoretică din Copenhaga, a preluat, la 36 de ani, conducerea acestuia şi acolo, ca un magnet, a atras cele mai strălucite minţi tinere din întreaga lume.

Aşa cum îl descria unul dintre tinerii studenţi de la institut, Otto Frisch, „Avea o voce blîndă cu un accent danez, şi uneori nu eram siguri dacă vorbeşte în engleză



Niels Bohr (Institute for Advanced Study)

sau în germană; vorbea cu egală uşurinţă ambele limbi şi trecea mereu de la una la cealaltă. Aveam senzaţia că-l văd pe Socrate revenit la viaţă, aruncînd spre noi provocări în maniera sa blîndă, ridicînd fiecare controversă pe un plan superior, extrăgînd din noi o înţelepciune pe care nici nu ştiam că o posedăm şi pe care, desigur, nu o aveam". Ca profesor şi ca mentor, Bohr nu avea rival. Dar toate acestea s-au întîmplat mai tîrziu.

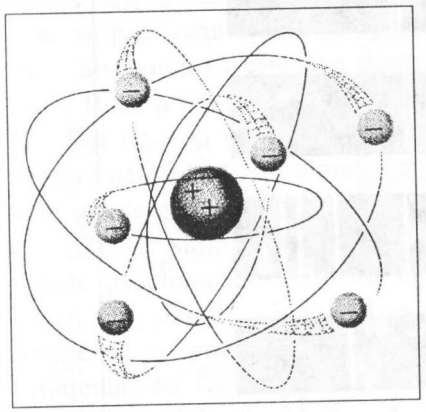
În tinereţe, ca proaspăt absolvent, Bohr a plecat la Cambridge şi de acolo la Manchester, în 1912, unde a studiat timp de patru ani înainte de a reveni la Copenhaga ca profesor de fizică. Acolo, Bohr a fost probabil singurul teoretician care a putut să se înţeleagă cu Ernest Rutherford. Cei doi alcătuiau o pereche ciudată: Rutherford impetuos şi exuberant, Bohr vorbind aproape în şoaptă, căutînd în gînd cuvîntul perfect şi, cum spune C.P. Snow, „atunci cînd nu-l găsea... făcea pauze lungi, în care repeta un cuvînt care i se «agăţase» de minte". Contrastul dintre cele două modalităţi de gîndire a devenit o trăsătură distinctivă a primelor decenii ale secolului, şi nu au mai existat alţi doi oameni care să personifice dihotomia mai bine decît Bohr şi Rutherford. Bohr gînditorul, cu o capacitate de concentrare imensă, reflecta la diverse lucruri în timp ce vorbea şi de multe ori ajungea spontan la cîte o idee în plină discuţie. În schimb, nu se pricepea deloc să înfrîngă îndărătnicia proverbială a aparatelor care refuzau să facă pe plac experimentatorilor. Prin contrast, Rutherford avea perseverenţa îndărătnică necesară pentru a duce pînă la capăt o acţiune o dată începută, lipsindu-i în schimb capacitatea lui Bohr de a visa cu folos. În rezolvarea „problemelor serioase ale fizicii", Frisch avea să-şi amintească ulte-

rior că Bohr „se mişca cu dexteritatea unui păianjen într-un spaţiu aparent gol, calculînd cu precizie ce greutate ar trebui să suporte fiecare fir subţire al argumentaţiei".

La scurt timp după ce a ajuns la Manchester, Bohr a adus o ameliorare a modelului atomic propus de Rutherford în 1911. În modelul lui Rutherford, electronii se rotesc pe orbite în jurul nucleului, menţinîndu-se acolo datorită atracţiei electrice, asemenea unui sistem solar miniatural. Dar modelul prezenta o problemă fundamentală. În secolul al XIX-lea, Michael Faraday şi Maxwell arătaseră că particulele încărcate electric emit radiaţii dacă sînt deviate de la o traiectorie rectilinie. Prin urmare, în absenţa unui mecanism de recăpătare a energiei, un electron care se mişcă pe orbitele circulare postulate de Rutherford ar intra în scurt timp pe o traiectorie în spirală, apropiindu-se de nucleu. Cu alte cuvinte, pentru a respecta legile de conservare a energiei, orbitele vor trebui să se micşoreze. Rutherford nu a putut să explice de ce atomii nu suferă fenomenul de colaps. Oricum, această problemă nu-l preocupa pe Rutherford, care nu era teoretician. Aici a intervenit Bohr.

Acesta a petrecut ore îndelungate analizînd rezultatele experimentale, folosind rigla de calcul (mai era mult timp pînă la apariţia calculatoarelor) şi schiţînd ecuaţii. Ce-ar fi, s-a gîndit, dacă am aplica teoria cuantică a lui Planck la modelul atomic? În secolul al XIX-lea, fizicienii descoperiseră că fiecare element produce, atunci cînd este încălzit, un spectru de lumină caracteristic. Astfel, sodiul, de exemplu, emite lumină numai de anumite lungimi de undă – galben în acest caz. Potasiul emite o lumină violetă. Şi aşa mai departe. În termenii teoremei lui Planck, aceasta însemna că fiecare element produce cuante de lumină numai

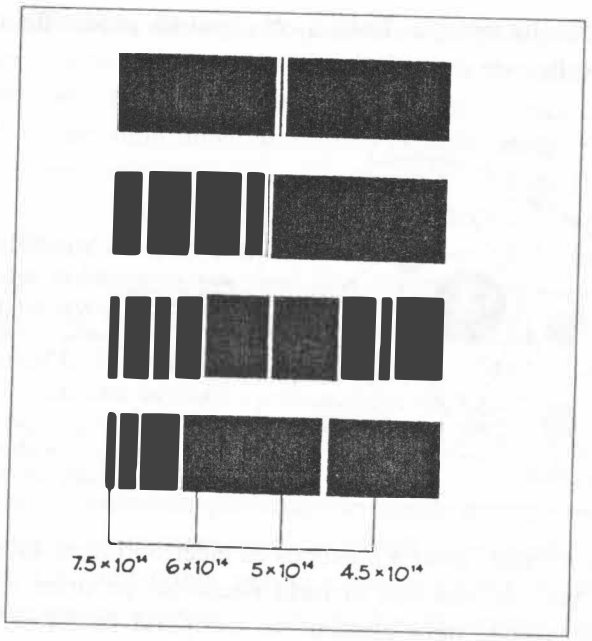
de o anumită energie. Bohr a conceput un model de atom care explica de ce se întîmpla aşa.



În 1913, Niels Bohr a propus un model de atom cu electronii constrînşi să se mişte pe anumite orbite circulare în jurul nucleului (G. Tyler Miller, Jr., *Chemistry: A Basic Introduction, 2nd Edition*. Wadsworth Publishing Company, 1981.)

Şi a reuşit. Bohr a presupus că electronii dintr-un atom nu se pot roti oricum, în jurul nucleului pe orice orbită. Întrucît atomii unui element se comportă la fel şi, prin urmare, fără îndoială că arată la fel, el a sugerat că electronii oricărui element se mişcă numai pe anumite orbite permise la distanţe specifice de nucleu. Raza orbitei este determinată de constanta lui Planck – în consecinţă şi energia. Atîta timp cît electronii se menţin pe orbitele permise, spunea Bohr, ei nu emit energie electromagnetică. Dar electronii pot sări spontan de pe o orbită permisă pe alta, şi atunci îşi modifică stările energetice, absorbind sau eliberînd energia în pachete sau în cuante. Dacă se mişcă spre interior, către nucleu, pe o orbită cu o rază mai mică, ei vor emite energie. Dacă se mişcă spre exterior, ei vor absorbi energie.

Bohr a efectuat calculele pentru electronul unic al atomului de hidrogen. A calculat energiile necesare pentru



Spectrele de emisie pentru sodiu, mercur şi hidrogen. Fiecare element prezintă un spectru discret unic, aproape ca o amprentă, iar acest fenomen i-a nedumerit pe oamenii de ştiinţă pînă cînd Bohr a propus modelul său atomic. Bohr a sugerat că electronii eliberează energie doar atunci cînd fac salturi de pe o orbită pe alta (explicînd liniile spectrale discrete emise de către elemente) şi că se mişcă numai pe anumite orbite permise, aflate la distanţe specifice faţă de nucleul fiecărui element. (Jacqueline D. Spears şi Dean Zollman, *The Fascination of Physics*. Benjamin/Cummings, 1985.)

saltul de pe o orbită permisă pe o alta, precum şi lungimile de undă ale luminii care ar fi produse dacă energia ar fi convertită în lumină (fotoni sau cuante de energie electromagnetică). Teoria funcţiona. Calculele sale se potriveau cu spectrul hidrogenului, rămas pînă atunci un mister. Fizicienii observaseră că anumite spectre erau asociate cu

atomii anumitor elemente, dar pînă atunci nu reuşiseră să explice de ce. Bohr a reuşit acest lucru în detalii precise.

A fost o mare lovitură. Cînd Einstein a auzit cît de bine se potriveau datele cu spectrele, el a exclamat încîntat: „Înseamnă că este una dintre cele mai mari descoperiri". Bohr a devenit părintele teorici atomice.

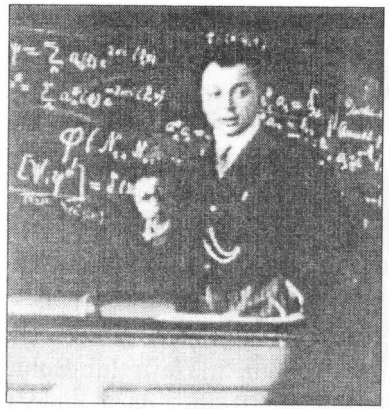
Dar chiar şi Bohr, după ce a folosit pentru prima oară teoria cuantică în fizica materiei, şi-a dat seama de misterele uriaşe ale teoremei.

„Pur şi simplu mă ia cu ameţeli cînd mă gîndesc la aceste probleme", i s-a plîns odată un musafir lui Bohr. „Dar, dar, dar...", s-a bîlbîit inocent Bohr, „dacă cineva spune că se poate gîndi la teoria cuantică *fără* să-l ia ameţeala, nu face decît să demonstreze că nu a înţeles nimic din ea!"

Desigur, modelul atomic al lui Bohr nu este cîtuşi de puţin ultimul cuvînt în materie. Ideile noastre despre atom s-au schimbat mult de la anunţarea sa în 1913, şi printre cei care au contribuit la dezvoltarea lor s-a numărat şi un tînăr precoce şi excentric din Germania.

PRINCIPIUL DE EXCLUZIUNE AL LUI PAULI

Wolfgang Pauli era neîndemînatic în laborator şi un slab orator. Era scund şi durduliu, semănînd întrucîtva cu actorul Peter Lore. Dar mintea lui putea pătrunde pînă în miezul unei probleme practic fără efort. El a studiat sub îndrumarea lui Arnold Sommerfeld la Universitatea din München, unde şi-a conceput teza de doctorat, după care şi-a continuat studiile postuniversitare la Copenhaga, alături de Bohr, şi la Göttingen. Ulterior s-a mutat în Statele Unite, angajat fiind la Institutul pentru Studii Avansate de la Princeton, şi a devenit cetăţean american în 1946.



Wolfgang Pauli (Fotografie de S.A. Goudsmit, prin amabilitatea AIP Emilio Segrè Visual Archives)

Marea lui idee, principiul de excluziune, i-a venit pe cînd se străduia să rezolve o problemă cunoscută ca „efectul Zeeman" (după fizicianul olandez Pieter Zeeman). Ca savant, nu era imun la frustrări. Morocănos şi deprimat pe cînd îi făcea o vizită lui Bohr, el a răspuns iritat la întrebarea pusă cu solicitudine de Margrethe Bohr: „Bineînţeles că sînt nemulţumit! Nu pot înţelege anomalia efectului Zeeman".

Pauli şi-a bazat munca pe o enormă cantitate de date, în care a reuşit să desluşească un principiu simplu de sortare, care îşi păstra valabilitatea în toate cazurile: În orice sistem de particule elementare – de exemplu, mulţimea de electroni din interiorul unui atom – nu pot exista două particule care să se mişte în aceeaşi direcţie, cu alte cuvinte, să ocupe aceeaşi stare energetică. El şi-a făcut public principiul de excluziune în 1925, iar de atunci acesta şi-a păstrat valabilitatea pentru zeci de alte particule nucleare la care, la vremea aceea, nimeni nici măcar nu visa. Conceptul a devenit o componentă importantă a viitoarei discipline a mecanicii cuantice.

Principiul de excluziune explică de ce nu toţi electronii unui atom cad pe orbitele cele mai apropiate de nucleu, acolo unde este necesară cantitatea cea mai mică de energie pentru completarea unei orbite. Din momentul în care un electron se află pe orbită, el exclude orice alt electron de la ocuparea aceleiaşi orbite. Pauli a primit pentru această realizare premiul Nobel pentru fizică, în anul 1945 (cu oarecare întîrziere).

Pauli a mai rezolvat un mister. Cînd particulele beta (electroni accelerați) erau emise de atomi, o parte din energie părea că dispare. Situaţia aceasta viola în mod clar legea conservării energiei, iar fizicienii nu erau dispuşi să renunţe la un principiu care funcţionase atît de coerent în toate celelalte domenii. În 1931, Pauli a postulat că o altă particulă microscopică, fără sarcină şi posibil şi fără masă, era emisă simultan cu particulele beta şi purta cu ea energia ce părea că „lipseşte". În anul următor, Enrico Fermi a numit această particulă *neutrino*, cuvîntul italian pentru „micul neutru". Neutrinii sînt atît de mici încît aproape că erau imposibil de detectat cu tehnica existentă pe atunci, aşa că ani la rînd nimeni nu a putut demonstra existenţa lor. Au fost şi dintre aceia care au suspectat că Pauli apelase pur şi simplu la unul dintre acele trucuri contabiliceşti, inventînd o particulă pentru a echilibra balanţa energetică. Dar în 1956, folosindu-se o centrală electrică nucleară, s-a desfăşurat un experiment complicat care a demonstrat existenţa fantomaticului neutrino, iar Pauli a fost reabilitat.

PARTICULĂ ŞI UNDĂ

Un grup de tineri fizicieni foarte talentaţi părea să aibă lumea la degetul mic în 1925, anul în care Pauli şi-a anunţat

principiul de excluziune. La Paris, cu doi ani mai devreme, Louis de Broglie propusese ideea că dacă particulele subatomice erau şi ele – în acelaşi timp – considerate nişte unde, consecinţele teoretice reieşeau evident. Era o idee simplă, dar cu totul nouă, dintre acelea care te fac să spui: „Ei bine, ce-ar fi dacă ar fi aşa?" Potrivit celor susţinte de Planck şi Einstein, lumina, care fusese cel mai recent privită ca o undă, ar fi trebuit să fie considerată ca având caracter corpuscular. Iar acum De Broglie spunea că particulele – electronii şi chiar atomii – ar putea să se comporte uneori ca nişte unde. Cînd teoria lui a fost verificată experimental, a devenit limpede că el a avut dreptate. Acest uluitor concept este denumit dualitatea undă-corpuscul.

Ideea a fost imediat îmbrăţişată de către fizicieni. Erwin Schrödinger a pus la punct aparatul matematic al undelor De Broglie. Acesta a funcţionat. Era o nouă modalitate de a privi atomul. La început a domnit confuzia. Care principiu era corect: cel cuantic sau cel al undelor-particule? În cele din urmă, Schrödinger, care şi-a publicat lucrarea în 1926 a arătat că cele două formulări erau echivalente din punct de vedere matematic. Chiar dacă aceasta nu constituia o explicaţie mulţumitoare pentru toată lumea, ea i-a făcut fericiţi pe fizicieni. Era o teorie atomică coerentă din punct de vedere matematic.

Un singur lucru era în neregulă: Schrödinger propusese ideea că electronii *sînt* unde – un fel de „unde de materie". Iar ecuaţiile lui funcţionau întru totul. Dar ceva nu se potrivea perfect. Şi deodată, în acelaşi an, un alt fizician german, Max Born, a propus ideea că ceea ce Schrödinger descrisese cu ajutorul ecuaţiilor sale era nu electronul însuşi, ci *probabilitatea* de a găsi electronul în

orice poziţie dată. De exemplu, dacă bombardezi o barieră cu electroni, unii dintre ei vor trece de barieră, iar alţii vor fi respinşi. (Aţi văzut acest fenomen în cazul luminii care cade pe o fereastră. O parte din lumină este „respinsă" şi vedeţi o reflexie; altă parte reuşeşte să treacă şi vedeţi prin fereastră.) Born a observat că şansele se pot calcula – un singur electron are, să spunem, o probabilitate de 55% să treacă prin barieră şi 45% probabilitatea de a fi respins. Dat fiind că electronii nu sînt uşor de divizat, ecuaţia de undă a lui Schrödinger nu putea descrie electronul însuşi, ci doar poziţia sa probabilă.

Leon Lederman, unul dintre fizicienii de frunte ai momentului actual, consideră interpretarea lui Born „cea mai spectaculoasă şi importantă schimbare a modului nostru de a vedea lumea de la Newton încoace". Schrödinger nu era deloc mulţumit cu această interpretare, la fel ca şi o mulţime de alţi fizicieni de formaţie clasică din vremea

Erwin Schrödinger (Foto Francis Simon, prin amabilitatea AIP Emilio Segrè Visual Archives)

aceea. Probabilitatea lui Born însemna că determinismul promis de legile fizice ale lui Newton era de-acum aruncat pe fereastră. Combinată cu teoria cuantică, ea însemna că nu puteau fi cunoscute decît probabilităţile despre orice voiai să măsori.

Dar Bohr, Sommerfeld, Heisenberg şi alţii au acceptat ideile lui Born – conceptele păreau să se potrivească – şi împreună cu colegii lor au continuat activitatea incitantă de a încerca să facă toate piesele să se potrivească. Printre cei angajaţi în această provocare s-a numărat şi fizicianul englez Paul Dirac, care nu împlinise încă treizeci de ani şi care a venit cu o nouă şi elegantă ecuaţie pentru electron, bazată pe strădaniile sale de a face teoria cuantică şi relativitatea să funcţioneze împreună. (Ea a ajuns să fie numită ecuaţia Dirac.) Cînd a reuşit să găsească soluţia ecuaţiilor sale în 1930, acestea prezentau şi concluzia uluitoare că oriunde există materie trebuie să existe şi reflectarea în oglindă a acesteia, pe care Dirac a numit-o antimaterie. De exemplu, ar trebui să existe o altă particulă avînd aceleaşi proprietăţi ca şi electronul, cu o singură excepţie importantă: în locul sarcinii electrice negative a electronului, această particulă ar trebui să aibă o sarcină pozitivă. Raţionamentul său era legat de ideile lui Emmy Noether despre simetrie şi de faptul că rădăcina pătrată a unui număr poate fi fie un număr pozitiv, fie unul negativ. (De exemplu, rădăcina pătrată a lui 4 este atît +2 cît şi –2; 2×2=4 şi –2 × –2 = 4). Ecuaţiile lui Dirac sugerau căutarea unui electron pozitiv. Apoi, în 1932, tînărul fizician Carl Anderson lucra cu un magnet puternic şi o cameră cu ceaţă la California Institute of Technology cînd l-a văzut – sau cel puţin a văzut urmele unei particule subatomice ce

părea să fie electron, dar era deviat invers de către magnet. El a denumit această nouă particulă „pozitron".

Werner Heisenberg (Foto Friedrich Hund, Prin amabilitatea AIP Emilio Segrè Visual Archives)

AMALIE EMMY NOETHER: SIMETRIA ÎN FIZICA MODERNĂ

În secolul al XX-lea, matematica ajunsese să joace tot mai mult un rol esenţial în formularea teoriilor fizicii. O matematiciană excepţională, Amalie Emmy Noether, a fost prima care a stabilit rolul simetriei (sau reflexia în oglindă) în fizica modernă. Pentru realizările ei, este recunoscută ca unul dintre cei mai importanţi matematicieni ai secolului al XX-lea.

Noether s-a născut în 1882 în Germania, în oraşelul universitar Erlangen. În pofida regulamentului universităţii care interzicea admiterea femeilor, Noether a reuşit să obţină permisiunea de a participa la cursuri. Din 968 de studenţi, doar două femei participau în momentul acela la cursuri şi

nici uncia dintre ele nu i s-a permis să se înscrie. În cele din urmă, în 1904, s-a renunţat la interdicţie şi Noether şi-a primit diploma. În 1908, teza ei de doctorat a fost acceptată *summa cum laude*.

Noether era îndrăgostită de matematica abstractă, şi asta era viaţa ei. A predat cîţiva ani la Erlangen, fără salariu, şi de multe ori l-a suplinit pe tatăl ei, care era profesor de matematică la universitate. În 1915, la Göttingen, ea lucra la ecuaţiile matematice pentru teoria generală a relativităţii lui Einstein, tot fără salariu. Un membru al corpului profesoral de acolo, matematicianul David Hilbert, o lăsa uneori să predea în locul lui şi a susţinut-o pentru obţinerea unui post (iarăşi fără plată) în ultraconservatoarea facultate, declarînd: „Nu înţeleg de ce sexul candidatei ar fi un argument împotriva admiterii ei ca *Privatdozent* [asistent]. În definitiv, sîntem o universitate şi nu o baie comunală". Avînd tendinţa de a uita de propria ei înfăţişare, Noether era de obicei cu hainele şifonate, nepieptănată şi supraponderală – un fel de Einstein feminin, cu ochelari cu lentile groase şi oricînd dornică să ia parte la o controversă.

Rolul important pe care l-a jucat în dezvoltarea fizicii particulelor a reprezentat numai o mică parte din volumul total al carierei sale productive, iar unele din cele mai importante realizări le-a obţinut în ultima parte a vieţii sale, ceea ce este neobişnuit atît pentru matematicieni, cît şi pentru fizicieni. Poseda o uşurinţă neobişnuită de a vedea dincolo de suprafaţa problemelor, pînă la fundamentele pe care îşi putea sprijini interpretările matematice.

Teoria cu care ea a contribuit la dezvoltarea fizicii a apărut ca o consecinţă a interesului lui Hilbert faţă de relativitate şi a preocupărilor ei anterioare, din 1915, pentru

acest subiect. Ea demonstrează că simetria în natură şi legile conservării merg mînă în mînă. Oriunde se manifestă una dintre ele, este de găsit şi cealaltă.

O simetrie este ca o reflexie în oglindă – de fapt, reflexia în oglindă *este* un fel de simetrie. În termeni matematici, coordonatele originii s-au schimbat de la z la –z, presupunînd că z este axa îndreptată spre oglindă. Noether a demonstrat că ceva rămîne întotdeauna neschimbat în cadrul unei simetrii. În exemplul cu imaginea din oglindă, axele x şi y rămîn neschimbate. Iar această caracteristică (invarianţă) este ceea ce înţelegem prin conservare. De exemplu, simetriile spaţiului şi timpului sînt legate de conservarea energiei, a impulsului şi a momentului cinetic. Dar asta nu e tot. Totodată, fiecare dintre ele o *presupune* pe cealaltă. Legile conservării rezultă în mod necesar din simetrii, iar simetriile atrag după ele, în mod necesar, legile conservării.

Mulţi fizicieni au profitat de pe urma acestor idei. La nivelul cel mai simplu, lucrarea lui Noether despre simetrie a oferit ceea ce s-a dovedit a fi o hartă pe care te puteai bizui. Ideile ei despre simetrie şi invarianţă i-au fost foarte utile lui Einstein în lucrarea sa despre relativitate, iar importanţa operei lui Noether a continuat să dobîndească recunoaştere pe măsură ce fizicienii au descoperit peste o duzină de legi ale conservării şi simetriile asociate cu acestea. A devenit unul dintre fundamentele fizicii moderne.

La fel ca mulţi alţi intelectuali evrei, Noether a fugit din Germania în 1933, după venirea la putere a naziştilor, şi a lăsat în urmă postul de profesor la Universitatea din Frankfurt. În Statele Unite ea a devenit profesor invitat la Bryn Mawr College, o şcoală pentru femei din apropiere

de Philadelphia, şi a ţinut lecţii la Institutul pentru Studii Avansate de la Princeton.

În 1935, Noether a murit pe neaşteptate în urma unei intervenţii chirurgicale. Prietenul ei, matematicianul fizician Hermann Weyl, a scris anunţul memorial în care remarca: „Ea nu a fost lut, plămădit de mîinile măiestre ale lui Dumnezeu într-o formă armonioasă, ci mai degrabă • bucată de rocă primordială umană în care El şi-a suflat suflul creator al vieţii".

ROLUL INCERTITUDINII

Între timp, în 1927, Werner Heisenberg a produs o altă teorie fizică uluitoare: principiul incertitudinii. Prin aceasta el voia să spună că nu se pot determina simultan şi cu precizie viteza şi poziţia unui electron. Sau, nu poţi şti cu certitudine unde se va îndrepta un electron atunci cînd îl loveşti – nu poţi spune decît unde va fi probabil să se ducă. Nu se pot face decît predicţii statistice.

Ideea a declanşat marea revoluţie ştiinţifică pe care o numim teoria cuantică. Totuşi, multe au rămas de rezolvat şi teoria cîmpului cuantic continuă să evolueze şi astăzi. Unii oameni de ştiinţă sînt de părere că teoria nu va fi completă decît atunci cînd se va combina în întregime cu gravitaţia.

Einstein nu a acceptat niciodată principiul incertitudinii şi asupra acestui subiect a purtat lungi şi înflăcărate controverse cu Bohr. A fost un subiect pe care cei doi prieteni, care îşi respectau reciproc intelectul, l-au analizat pînă în ultimele zile ale lui Einstein. La cîţiva ani după moartea lui Einstein, Bohr continua să deseneze schiţe cu scopul de a-l convinge. Iar în ziua în care Bohr a murit, pe

tabla lui neagră din birou se afla diagrama pe care o desenase acolo în timpul discuţiei mentale pe care o avusese cu vechiul său prieten.

De fapt, în 1927, Bohr a propus propria sa contribuţie la discuţie, cunoscută sub numele de complementaritate, susţinînd că un fenomen poate fi analizat în două modalităţi reciproc exclusive. Şi totuşi ambele viziuni pot rămîne valide în propriii lor termeni. Aşa cum remarca studentul său Frisch, „E ca şi cum realitatea ar fi pictată pe ambele feţe ale unei pînze, astfel încît în orice clipă poţi vedea clar un aspect al acesteia". Einstein nu s-a împăcat nici cu acest concept.

Aceste idei strălucite, energice şi însufleţitoare sînt fără doar şi poate neliniştitoare. Despre teoria cuantică, fizicianul teoretician Richard Feynman obişnuia să le spună studenţilor săi: „Cred că putem să spunem fără teama de a greşi că nimeni nu înţelege mecanica cuantică... Dacă puteţi evita acest lucru, nu continuaţi să vă întrebaţi «Dar cum se poate una ca asta?», pentru că veţi ajunge pe un drum înfundat de unde nimeni nu a reuşit să scape. Nimeni nu ştie cum se poate una ca asta".

Desigur, acestea nu sînt singurele nume care au construit edificiul atomic şi cuantic în timpul acelor ani palpitanţi – ci doar unele dintre cele mai proeminente. Mulţi alţii şi-au adus contribuţia, numărînd milioanele de scintilaţii ale electronilor ciocniţi de un ecran, punînd la punct aparate, propunînd idei, stimulînd noi perspective. Din ce în ce mai mult, ştiinţa se transforma de la efortul individual al unui Copernic în turnul său, sau Tycho Brahe în observatorul lui, într-o activitate colectivă. Mulţi dintre aceşti eroi au

rămas anonimi, iar cei cunoscuţi sînt prea numeroşi pentru a încăpea într-o singură carte. Dar lucrul în echipă – experimentatorii verificîndu-i pe teoreticieni şi teoreticienii extrăgînd idei din datele ferme ale cercetării – a devenit tot mai important pentru activitatea ştiinţifică.

Însă un domeniu în care omul de ştiinţă singuratic continua să domine a fost studiul bolţii cereşti şi al cosmosului.

CAPITOLUL 4

NOI OBSERVAŢII ASUPRA UNIVERSULUI

Era 10 martie 1910, una din acele zile reci, furtunoase, tipice pentru începutul de primăvară la Paris, iar în vîrful Turnului Eiffel era frig de-a binelea. Construită cu doar 21 de ani în urmă, uriaşa structură metalică se înălţa pînă la peste trei sute de metri spre cer, fiind de departe cea mai înaltă construcţie pe orizontul Parisului. În această zi, un profesor de fizică evreu din oraşul olandez Valkenburg ieşea din ascensor, trăgîndu-şi echipamentul pe platforma de observaţie. Nu era unul dintre vilegiaturiştii veniţi să vadă panorama. Acolo sus, deasupra esplanadei Champ de Mars, părintele Theodor Wulf se folosea de instrumentele sale din oţel şi sticlă pentru a determina cît de bine conduce electricitatea aerul la altitudinea aceea.

Ceea ce a descoperit el atunci a reprezentat o surpriză, dat fiind că, în mod normal, aerul nu conduce deloc electricitatea. Dar Wulf era unul dintre „oamenii radioactivi", termen aplicat celor care studiau fascinantele radiaţii descoperite de Becquerel în 1896. Cu ajutorul unui electroscop,

care semăna cumva cu o antenă vîrîtă într-un borcan, se poate măsura puterea unei surse radioactive. Ţinînd aparatul în apropierea uraniului, foiţele sale metalice se îndepărtează, apoi se apropie la loc pe măsură ce se descarcă în aerul care le înconjoară. Cu cît mai rapid se descarcă, cu atît mai puternică este sursa. Dar, aşa cum Wulf avea să descopere în ziua aceea de martie, uneori instrumentele păreau să prezinte „scurgeri", descărcîndu-se lent chiar dacă prin apropiere nu se găsea nici o bucată de uraniu. Descărcările reziduale afectau valorile citite, dar nimeni nu reuşise să găsească o modalitate de a le elimina. În 1909, Wulf a inventat un electroscop foarte sensibil, care, bineînţeles, era şi mai susceptibil de a manifesta o descărcare reziduală datorită sensibilităţii sale. Care era sursa acestui fenomen straniu? Geologii, meteorologii şi fizicienii din lumea întreagă au început să facă teste cu electroscopul lui Wulf. El însuşi a făcut teste în diverse locuri din Germania, Austria şi în Alpii Elveţieni. Descărcările reziduale păreau să se producă pretutindeni, dar în cantităţi diferite. Era vorba oare de o radioactivitate a scoarţei terestre? Aceasta era supoziţia pe care o avea în minte Wulf cînd s-a urcat în vîrful Turnului Eiffel. Din înaltul acestei structuri metalice, avînd peste trei sute de metri între instrumentele sale şi scoarţa terestră, el se aştepta să elimine orice emisie radioactivă provenită de la Pămînt. A petrecut patru zile cu măsurătorile. În tot acest timp, electroscopul nu a încetat o clipă să se descarce. Trebuie să fie, a conchis el, „fie o altă sursă [de emisii radioactive] în straturile superioare ale atmosferei, fie absorbţia lor de către aer este mult mai mică decît s-a presupus pînă acum".

Cam în aceeaşi perioadă, Victor Hess, de la nou-înfiinţatul Institut pentru Cercetarea Radiului din Viena, a intrat şi el în horă. Între anii 1911 şi 1913, el şi-a luat electroscopul în balon şi a făcut nu mai puţin de zece ascensiuni în straturile superioare ale atmosferei. De regulă, pe măsură ce urca, descărcările încetineau, pînă cînd ajungeau la un anumit nivel uniform. Nu încetau şi nici nu scădeau atît ar fi fost de aşteptat dacă sursa lor s-ar fi aflat în scoarţa terestră. Enigma rămînea nedescifrată. Şi deodată, la a noua ascensiune, Hess a făcut o măsurătoare extraordinară. La altitudinea de 15 000 de picioare (4572 metri), el a observat că rata de descărcare s-a dublat faţă de rata obişnuită la nivelul solului. Astfel a ajuns la o concluzie ciudată, chiar stranie, şi anume că „raze de o mare putere de penetrare pătrund în atmosfera noastră de undeva de sus", din depărtările spaţiului cosmic.

Nimeni nu a crezut la început în această idee bizară. Apoi, la 28 iunie 1914, germanul Werner Kolhörster a făcut o ascensiune record de 30 000 de picioare (9144 metri), adică la o altitudine mai mare decît muntele Everest. Nivelul de ionizare era de 12 ori mai ridicat decît la nivelul mării. Numai că în aceeaşi zi a izbucnit primul război mondial, iar testele au încetat. Dar confirmarea fusese obţinută. Hess avusese dreptate: O radiaţie puternică bombardează permanent planeta noastră şi toate celelalte obiecte din univers. Radiaţiile cosmice fuseseră în sfîrşit descoperite. Era un nou concept, a cărui complexitate era menită să uluiască intelectul uman.

În astronomie şi astrofizică, precum şi în fizică, oamenii de ştiinţă puneau la punct noi instrumente şi descopereau noi modalităţi pentru colectarea, măsurarea şi interpretarea datelor. Ei au început să folosească tot mai mult

fotografiile şi spectrele stelare pentru strîngerea datelor, să elaboreze noi sisteme de clasificare şi interpretare, să dezvolte idei pentru a descifra complexitatea crescîndă a observaţiilor pe care le făceau.

ÎNŢELEGEREA UNIVERSULUI

Karl Schwarzschild (1874–1916), devenit profesor la Göttingen în 1901, a fost unul dintre pionierii folosirii fotografiilor pentru măsurarea luminozităţii stelelor, îndeosebi a celor variabile. De asemenea, el a emis ipoteza că stelele variabile periodice (adică cele a căror luminozitate variază în cicluri periodice) se comportă astfel deoarece modificările lor de temperatură se produc periodic.

Schwarzchild, ca toţi cei interesaţi de înţelegerea universului, a fost intrigat de teoriile lui Einstein şi primul care a găsit o soluţie la ecuaţiile de cîmp ale acestuia. Tot el a fost primul care a calculat fenomenele gravitaţionale din vecinătatea unei stele avînd toată masa concentrată într-un punct – o configuraţie care a căpătat denumirea de *gaură neagră*. Şi astăzi continuă să fie acceptată estimarea făcută de Schwarzchild asupra limitelor spaţiale ale unei găuri negre, respectiv raza lui Schwarzchild.

Semnificaţia stelelor

Devotat ideii de a scrie şi a susţine conferinţe de astronomie popularizată, Schwarzchild este cel care l-a adus în 1909 la Göttingen, ca profesor de astrofizică, pe Ejnar Hertzsprung, un astronom amator şi un popularizator de ştiinţă. Hertzsprung, care avea pregătire de inginer chimist, a lucrat timp de doi ani la Sankt Petersburg, după care s-a întors în Danemarca, ţara lui de origine, în 1902, unde a

Ejnar Hertzsprung (Fotografie de Dorrit Hofled, Yale University Observatory, prin amabilitatea AIP Niels Bohr Library)

avut o activitate susţinută ca astronom amator. Pe Hertzsprung îl deranja faptul că o stea întunecată apropiată putea să pară mai luminoasă decît o stea strălucitoare îndepărtată. Pentru a compensa acest aspect, el a propus conceptul de „magnitudine absolută" referitor la luminozitatea intrinsecă a unei stele – şi nu la luminozitatea aparentă observabilă. El a inventat un sistem pentru compararea strălucirii stelelor, considerîndu-le pe toate ca aflîndu-se la aceeaşi distanţă de observator – şi anume o distanţă de 10 parseci, sau ceva mai mult de 308 trilioane de kilometri. (Parsecul este distanţa la care o stea are paralaxa de o secundă sau, dacă ne raportăm la sistemul nostru solar, o distanţă egală cu de 206 225 ori distanţa de la Pămînt la Soare şi care mai este egală cu 3,26 ani-lumină.)

Încă din 1905, el a studiat şi relaţia dintre culoarea şi luminozitatea stelelor. Hertzsprung era specialist în astrofotografie şi a lucrat la estimarea magnitudinii stelare după fotografii şi a fotografiat cu precizie stelele duble. El şi-a

publicat lucrările într-o manieră semi-popularizată şi, în consecinţă, a fost neglijat ani de-a rîndul de către comunitatea ştiinţifică. Henry Norris Russell (1877–1957), un astronom american, a anunţat obţinerea unor rezultate similare, descoperite independent, într-o manieră mai oficială, şi cei doi îşi împart meritele pentru ceea ce acum se cunoaşte ca diagrama Hertzsprung-Russell a luminozităţii stelare. Scopul acestei diagrame este de a aranja şi a studia informaţiile despre stele pentru a determina relaţiile dintre acestea; ea a rămas ca un instrument important în înţelegerea tipurilor de stele şi compararea lor după criterii obiective, pe baza variabilelor fizice.

Hertzsprung a descoperit în 1911 că Steaua Polară este o stea variabilă cefeidă şi în 1913 a fost primul care a estimat distanţele reale pînă la unele dintre variabilele cefeide, un anumit tip de stea pulsatorie. Aceasta, împreună cu activitatea Henriettei Leavitt, i-au permis lui Harlow Shapley să determine forma exactă a galaxiei noastre.

Privind în interiorul stelelor

Unul dintre marile mistere pe care astronomii au căutat să le rezolve a fost posibilitatea de determinare a structurii interne a stelelor. Ce se întîmplă în interiorul acestora? Şi de ce există tipuri diferite? A.S. Eddington comenta în 1926:

> *La prima vedere s-ar părea că interiorul profund al soarelui şi al stelelor este mai puţin accesibil investigaţiei ştiinţifice decît orice altă regiune a universului... Ce aparat ar putea pătrunde prin straturile externe ale unei stele pentru a testa configuraţia interioară a acesteia?*

> *Problema nu mai apare atît de lipsită de speranţă atunci cînd se renunţă la metafora înşelătoare. Căci noi nu trebuie să „pătrundem" prin acele straturi; aflăm ceea ce este de aflat aşteptînd şi interpretînd mesajele trimise către noi de către obiectele naturale. Iar interiorul unei stele nu este în întregime izolat faţă de o asemenea comunicare. De acolo este emanat un cîmp gravitaţional... Energia radiantă din interiorul fierbinte, după multe deflecţii şi transformări, reuşeşte să iasă la suprafaţă şi să-şi înceapă călătoria spaţială. Numai din aceste două indicii se poate iniţia un lanţ de deducţii care, probabil, este cît se poate de demn de încredere deoarece [foloseşte] numai cele mai universale legi ale naturii – conservarea energiei şi a impulsului, legile hazardului şi ale mediilor, a doua lege a termodinamicii, proprietăţile fundamentale ale atomului şi aşa mai departe.*

Aşadar, fizica şi astrofizica au mers mînă în mînă. Folosind progresele înregistrate o dată cu noile teorii ale fizicii, Eddington a fost în măsură să demonstreze de ce stelele sînt aşa cum sînt. El spunea că gravitaţia atrage gazul stelar spre interior, în vreme ce presiunea gazului şi presiunea radiaţiei îl împinge spre exterior. El a înţeles că aceste forţe se echilibrează într-o stea stabilă.

MĂSURAREA UNIVERSULUI

Vreme de secole, astronomii au căutat modalităţi adecvate de măsurare a dimensiunilor universului şi, o dată cu variabilele cefeide, Henrietta Swann Leavitt (1868–1921) a descoperit un bun etalon de măsură în 1912, la Observatorul Harvard.

Prima variabilă cefeidă a fost descoperită în 1784 de către astronomul amator de 19 ani John Goodricke. Cefeidele sînt stele a căror strălucire variază în mod regulat, de-a lungul unor perioade egale ce durează între cinci şi treizeci de zile. Aceste variaţii au o regularitate de ceasornic, aşa încît sînt mai uşor de înţeles decît stelele cu variaţii neregulate. Dar, fapt şi mai important, lucrînd cu stelele din Micul Nor al lui Magellan, Leavitt a reuşit să demonstreze o relaţie remarcabilă între luminozităţile medii şi perioadele variabilelor cefeide. Relaţia dintre luminozitate şi perioadă îngăduie astronomilor să calculeze luminozitatea oricărei cefeide, situată la orice distanţă, doar măsurîndu-i perioada. Aşadar, şi-a dat seama Leavitt, era uşor de folosit aceste element şi spre a măsura distanţele pînă la alte stele. Este de ajuns să găseşti o cefeidă şi să-i măsori perioada pentru a-i determina luminozitatea sau magnitudinea absolută. Apoi trebuie măsurată magnitudinea ei aparentă (cît de strălucitoare este în aparenţă) şi să

Henrietta Leavitt (Observatorul Colegiului Harvard, prin amabilitatea AIP Niels Bohr Library)

calculezi distanţa la care se află aceasta (precum şi distanţa pînă la steaua din apropiere). A fost o descoperire importantă.

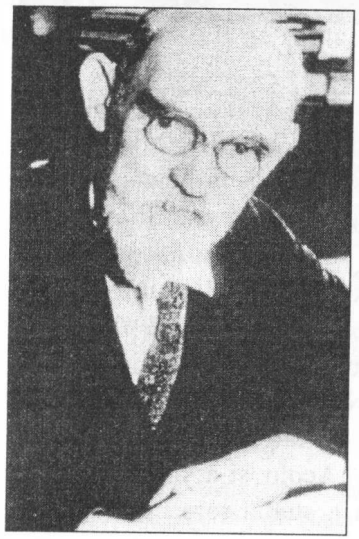
Harlow Shapley (Fotografie de Frank Hogg, cu permisiunea lui Helen Sawyer Hogg şi Owen Gingerich)

Forma Galaxiei noastre

Harlow Shapley s-a născut la Nashville, Missouri, în 1885, fiu al unui fermier. Este uşor să ni-l imaginăm în copilărie, privind stelele de pe cerul întunecat. Şi-a început cariera ca reporter, dar a reuşit să pună bani deoparte şi să se înscrie în 1903 la Universitatea din Missouri, unde a studiat matematica şi astronomia, obţinînd diploma de absolvire în 1910. Şi-a continuat studiile la Universitatea Princeton, unde a lucrat cu H.N. Russell şi şi-a luat doctoratul în 1913. În anul următor s-a angajat la Observatorul Mount Wilson din California. Acolo şi-a folosit marele telescop de 100 de ţoli pentru a studia roiurile globulare

(roiuri de stele dense, de formă sferică, avînd de regulă o vîrstă mare) şi şi-a început opera teoretică şi observaţională asupra roiurilor stelare şi a stelelor variabile care îi va aduce celebritatea. Folosind relaţia descoperită de Leavitt între magnitudinile aparente şi perioadele variabilelor cefeide, el a calibrat relaţia perioadă-luminozitate în funcţie de magnitudinea absolută (respectiv, cît de strălucitoare ar fi o stea dacă s-ar afla la distanţa standard de 10 parseci). Aceasta a devenit un nou etalon pentru determinarea dimensiunilor şi a geometriei universului.

El a descoperit că Soarele nu se află în centrul galaxiei Calea Lactee, aşa cum presupuneau toţi, ci la o distanţă de circa 50 000 de ani-lumină de centru. Ca şi Copernic, care a afirmat că Soarele, nu Pămîntul, se află în centrul Sistemului Solar, Shapley a deplasat încă o dată omenirea şi leagănul ei departe de centrul lucrurilor. Măsurătorile pe care le-a



Willem de Sitter (Prin amabilitatea Observatorului Yerkes)

efectuat au mai demonstrat că universul este mult, mult mai întins decît s-ar fi gîndit cineva.

După opt ani foarte fructuoşi petrecuţi în California, Shapley a devenit director al Observatorului Harvard. Timp de 31 de ani, el a coordonat programul astronomic al acestei instituţii, extinzînd personalul şi utilităţile pentru observare şi înfiinţînd un program de studii universitare de talie mondială, care a devenit cel mai bun din Statele Unite.

Universul în expansiune al lui de Sitter

Willem de Sitter a fost un astronom olandez al cărui interes timpuriu faţă de teoria relativităţii a lui Einstein l-a ajutat să o popularizeze. El a fost un profesor influent la Universitatea din Leyda, iar rapoartele pe care i le-a trimis lui A.S. Eddington în Anglia au dus la creşterea popularităţii acestei teorii în Anglia şi au încurajat organizarea de către englezi a expediţiei pentru testarea previziunilor generale ale teoriei în timpul eclipsei de soare din 1919.

De Sitter a adăugat două importante idei la viziunea lui Einstein asupra universului. Întrucît lumina suferă o curbare sub acţiunea forţelor gravitaţionale, orice rază de lumină se va curba tot mai mult ajungînd în cele din urmă să se curbeze înapoi spre punctul de pornire. Prin urmare, susţinea de Sitter, universul constă din „spaţiu curbat". Einstein vedea şi el universul ca un spaţiu curbat, dar static. De Sitter a interpretat teoria altfel. El vedea curbura micşorîndu-se constant, iar universul extinzîndu-se constant spre exterior. Spectrele galaxiilor îndepărtate, interpretate de astronomul american Edwin Powell Hubble, au confirmat această teorie, iar de Sitter a avut cîştig de cauză în faţa lui Einstein.

Edwin P. Hubble (Mount Wilson şi Las Campanas Observatories)

CLASIFICAREA SPECTRELOR STELARE: ANNIE JUMP CANNON

Annie Jump Cannon (Harvard College Observatory şi Whitin Observatory, Wellesley College)

Fiica unui senator al statului, Annie Jump Cannon (1863–1941) a urmat cursurile Colegiului Wellesley, pe care

l-a absolvit în 1884. Zece ani mai tîrziu, a revenit la şcoală atît la Wellesley, cît şi la Radcliffe pentru a-şi continua studiile de astronomie, după care s-a angajat la Observatorul Harvard în 1896. Acolo şi-a petrecut restul carierei.

Sub conducerea lui E. C. Pickering, Observatorul Harvard a început un studiu extensiv al spectrelor stelare folosind o tehnică concepută de el. În loc să se încerce focalizarea cîte unei stele prin intermediul unei prisme mici, Pickering a avut ideea de a plasa o prismă mare în faţa unei plăci fotografice. Astfel, fiecare stea din cîmpul de observaţie apărea pe fotografie ca un mic spectru în loc de un punct luminos. În felul acesta, cantităţi enorme de date puteau fi colectate şi analizate sistematic.

Cannon a pus la punct un sistem de clasificare pentru aceste fotografii ale spectrelor stelare care a fost folosit la Harvard vreme de peste trei sferturi de secol. Ea a descoperit că majoritatea spectrelor pot fi aranjate într-o serie continuă, identificînd stelele pe baza temperaturii, de la cele mai fierbinţi la cele mai reci. Pe baza operei sale a fost alcătuit *Catalogul Henry Draper,* care a ajuns să conţină clasificările a 225 300 de stele cu magnitudinea luminoasă mai mare de 9 sau 10.

Etalonul mai bun al lui Hubble

Ca mulţi astronomi ai vremii sale, Hubble (1889–1953) nu a început prin a-şi face din astronomie activitatea de bază. Beneficiind de o bursă Rhodes la Oxford, el a obţinut aici, în 1910, o licenţă în drept. În 1929, totuşi, el a observat, în timp ce examina nebuloasele şi lucra la clasificarea galaxiilor, că viteza cu care o galaxie se îndepărtează de noi este direct proporţională cu depărtarea la care se află.

Folosind această metodă de măsurare, Hubble a reuşit să determine raza universului cognoscibil (partea pe care o putem cerceta) la 13 miliarde de ani-lumină. Aceasta corespunde unui diametru de 26 de miliarde de ani-lumină. A fost un etalon de măsură mare, care a funcţionat chiar mai bine decît variabilele cefeide ale lui Leavitt.

CAPITOLUL 5

DIVIZAREA ATOMULUI: ŞTIINŢA ŞI BOMBA

În vreme ce astronomii continuau explorarea vastelor spaţii ale universului, fizicienii continuau să sondeze tărîmul infim al nucleelor atomice. Fiziciana austriacă Lise Meitner a petrecut o iarnă rece şi singuratică la Stockholm în 1938, după ce a fugit spre siguranţa oferită de Suedia în faţa persecuţiilor înspăimîntătoare ale naziştilor asupra cetăţenilor evrei. Fuga din al său al doilea drag cămin din Berlin a însemnat o întrerupere a muncii şi o cotitură nefericită în viaţă. Vreme de treizeci de ani lucrase umăr la umăr împreună cu respectatul chimist german Otto Hahn. De regulă, el efectua partea experimentală, iar ea se ocupa de interpretarea teoretică. Acum, ajunsă la vîrsta de 60 de ani, laboratorul şi colaboratorul ei rămăseseră la Berlin, iar ea nu dispunea aproape de nici un fel de echipament în laboratorul de pe lîngă noul Institut de Fizică din Stockholm, aflat încă în fază de construcţie. A fost un noroc că a reuşit să-şi găsească aici un post. Aşa se face că, în preajma Crăciunului, a acceptat bucuroasă invitaţia unor

prieteni de a-i vizita pe coasta nord-estică a Suediei, la Kungälv, mica staţiune de odihnă unde locuiau. I-a scris colaboratorului ei Hahn că va fi acolo dacă va avea nevoie să dea de ea prin intermediul poştei lente – singura modalitate de comunicare de care dispuneau. În plus, aştepta cu nerăbdare să-l întîlnească pe nepotul ei, Otto Frisch, şi el fizician, care avea de gînd să vină de la Copenhaga pentru a-şi petrece vacanţa cu ea.

Dar cînd Meitner a sosit la Kungälv, a fost întîmpinată de o surpriză extraordinară. O scrisoare de la Hahn ajunsese acolo înaintea ei. „Cînd am ieşit din camera mea de hotel după prima noapte petrecută la Kungälv", avea să scrie mai tîrziu Frisch, „am găsit-o pe Lise Meitner citind o scrisoare de la Hahn, vădit îngrijorată din pricina acesteia".

Cei doi au plecat de la hotel discutînd cu însufleţire, mergînd prin nămeţii de zăpadă în pădurea din apropiere – Frisch pe schiuri, Meitner pe jos, pe lîngă el, susţinînd că putea să meargă la fel de repede fără schiuri.

Hahn şi asistentul său, Fritz Strassmann, încercaseră să dezlege un mister bombardînd mici cantităţi de uraniu cu neutroni. Acest proces producea în mod normal doar cîteva mii de atomi ai „substanţelor-fiică", substanţe noi cu o structură atomică diferită faţă de substanţa originară, care în acest caz era uraniul. După aceea, provocarea a fost să identifice noile substanţe şi să explice de ce au fost produse.

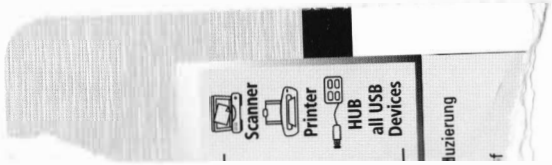
Hahn a început acest experiment deoarece, în 1934, Enrico Fermi, în Italia, încercase să folosească neutroni încetiniţi în parafină pentru a bombarda diferite elemente cu nuclee grele de uraniu. Fără să încerce o dezintegrare a atomilor, el spera ca unii dintre neutroni să rămînă lipiţi de nuclee şi să creeze izotopi cu un număr neobişnuit de neu-

troni. Ceea ce s-a întîmplat l-a surprins şi l-a nedumerit – atît pe el, cît şi pe ceilalţi. Experimentul lui a produs o foarte mare cantitate de radiaţie. El a crezut poate că a creat un element sintetic mai greu decît uraniul.

Nimeni nu credea la vremea aceea că este posibil să produci fisiunea atomului de uraniu. Fisiunea unui element mai uşor era mai simplă, deoarece particulele erau mai puţine şi, probabil, mai slab legate între ele. Fisionarea lor nu necesita o cantitate mare de energie. Dar la începutul anilor treizeci ai secolului trecut, nimeni nu-şi imagina că ar fi posibil să se elibereze energia uriaşă care trebuie că leagă nucleele de uraniu, cel mai greu dintre toate elementele. În această privinţă, Rutherford, Einstein şi Bohr erau întru totul de acord.

Patru ani mai tîrziu însă, cam pe cînd Meitner şi Frisch îşi făceau plimbarea prin zăpadă, au început să se adune rezultate ciudate de la diferite laboratoare. Deja, la Paris, Irène Joliot-Curie (fiica lui Marie şi Pierre Curie) şi colaboratorul ei, Pavel Savici, produseseră unele rezultate surprinzătoare în această direcţie. În articolul pe care îl publicaseră cu doar cîteva luni înainte, ei arătaseră că în vreme ce bombardau uraniul cu neutroni produseseră o substanţă care părea a fi lantan – un element al cărui loc în tabelul periodic era cu 35 de trepte mai jos decît cel al uraniului! Cu alte cuvinte, elementul lantan are numărul atomic 57, în vreme ce uraniul are 92. Nimeni nu credea că este posibil să se separe o bucată atît de mare din atomul de uraniu.

Vestea era foarte controversată şi Hahn s-a decis să demonstreze că Joliot-Curie şi Savici „erau foarte zăpăciţi", după cum a declarat un radiochimist aflat în vizită că l-ar fi auzit pe Hahn exprimîndu-se. Aşa încît Hahn şi Strassmann au început să bombardeze propriile lor eşantioane de uraniu.



Dar după numeroase repetări ale experimentelor, ei au făcut publice propriile rezultate surprinzătoare în noiembrie 1938. Ei au descoperit trei izotopi pe care nimeni nu-i identificase pînă atunci şi despre care credeau că sînt forme ale radiului, elementul 88. După cum scriau într-un articol din noiembrie 1938, „aceasta s-ar putea datora emisiei a două particule alfa succesive". (O particulă alfa este o particulă subatomică pozitiv încărcată, alcătuită din doi protoni şi doi neutroni.) Cu toate că radiul nu este nici pe departe într-o poziţie atît de joasă în tabel ca şi lantanul, raportul lui Hahn şi Strassmann, ca şi cel al lui Joliot-Curie şi Savici, a fost întîmpinat cu scepticism şi, totodată, cu interes. Niels Bohr, scria ulterior Hahn, „era sceptic şi m-a întrebat dacă nu cumva era vorba de un fenomen extrem de improbabil". Opinie la care Hahn era foarte dispus să adere. Întreaga situaţie era enigmatică şi misterioasă. Se neglijase ceva în cursul experimentelor? Hahn şi Strassman s-au întors în laborator. Întreaga poveste reiese din scrisorile savantului. Înainte ca Meitner să plece în vacanţa de Crăciun, ea primise deja o scrisoare de la Hahn, datată 19 decembrie:

> *Atît cît se mai poate în condiţiile astea, mă străduiesc să lucrez, iar Strassmann lucrează şi el neobosit, în problema activităţilor uraniului... Este aproape 11 noaptea... Adevărul e că este ceva atît de ciudat în privinţa „izotopilor radiului" încît deocamdată îţi spunem doar ţie acest lucru... Izotopii noştri de radiu se comportă precum* bariul.

Era ceva şi mai uluitor decît rezultatele precedente. Bariul are numărul atomic 56! Ceva mai mare decît jumătate din numărul atomic al uraniului, 92.

„Poate ne sugerezi tu o explicaţie fantastică", îşi continua Hahn scrisoarea. „Noi ştim că de fapt uraniul *nu se poate* descompune în bariu... aşa că încearcă să te gîndeşti la altă posibilitate."

Aşa încît Meitner era deja pregătită cînd a primit a doua scrisoare de la Hahn. Testele ulterioare aduseseră şi mai multe dovezi că *era* vorba de bariu, scria Hahn. În calitate de chimist, Hahn avea convingerea că se află pe un teren solid. Prin bombardarea uraniului cu neutroni lenţi, el produsese nu radiu, ci bariu. Putea ea să ofere o explicaţie alternativă mai raţională? Aceasta era problema care-i lăsase perplecşi pe Meitner şi tînărul Frisch în ziua aceea de iarnă. După cum scria Frisch mai tîrziu:

> *Niciodată pînă atunci nu se reuşise separarea de nucleu a unor fragmente mai mari decît protonii sau nucleele de heliu, iar pentru separarea unui număr mare de asemenea particule, energia necesară nu era disponibilă nici pe departe. Şi nici nu era posibil ca nucleele de uraniu să fi „crăpat" de-a dreptul. Un nucleu nu este un solid fragil care să poată fi crăpat sau spart...*

De fapt, cea mai nouă teorie referitoare la nucleu, propusă de fizicianul american de origine rusă George Gamow şi amplificată de mentorul lui Frisch, Niels Bohr, asemuia nucleul atomic cu o picătură de apă. În timpul plimbării lor prin zăpadă, Meitner şi Frisch au început să postuleze că un nucleu s-ar putea diviza în două „picături" mai mici, tot aşa cum o picătură de apă s-ar putea diviza atunci cînd atîrnă de marginea unei umbrele. Nucleul s-ar

putea alungi lent, formînd un „gît" subțire, reparîndu-se în cele din urmă mai degrabă decît spărgîndu-se în două.

Aşezați pe un buștean, cei doi au început să scrie formule pe bucăți de hîrtie găsite prin buzunare. Au descoperit că sarcina unui nucleu de uraniu era de fapt suficient de mare pentru a compensa forța de tensiune superficială, făcînd nucleul de uraniu foarte instabil. Bombardarea cu un singur neutron putea să declanşeze divizarea acestuia. „Dar mai era o problemă", după spusele lui Frisch:

Lise Meitner în 1959, la douăzeci de ani după celebra plimbare prin zăpadă cu nepotul său Otto Frisch (AIP Emilio Segrè Visual Archives)

După separare, forțele de respingere electrică reciprocă vor îndepărta cele două picături, imprimîndu-le viteze foarte mari şi, prin urmare, o foarte mare energie, de aproximativ 200 MeV [milioane de electron-volți] cu totul. De unde putea proveni toată această energie? Din fericire, Lise Meitner şi-a amintit formula empirică de calculare a maselor nucleelor şi a calculat că două nuclee formate prin divizarea unui

nucleu de uraniu vor avea la un loc o masă mai mică decît cea a nucleului originar cu aproape o cincime din masa unui proton. Conform formulei lui Einstein, $E = mc^2$, ori de cîte ori dispare masa se creează energie, iar o cincime din masa unui proton este echivalentă tocmai cu valoarea de 200 MeV. Deci aceasta era sursa acelei energii; totul se potrivea!

În decorul hibernal feeric, Meitner şi Frisch se uitau unul la altul fără grai. În termeni absoluți, o energie de 200 MeV nu este o energie foarte mare, dar ca energie eliberată de un singur atom este o valoare uriaşă. Majoritatea reacțiilor produc abia în jur de 5 electron-volți. Aici era vorba de un proces care producea de 40 de milioane de ori pe atît.

Ținînd cont de rezultatele şi de formulele lui Hahn, a devenit limpede că Otto Hahn şi Fritz Strassmann realizaseră imposibilul: reuşiseră să dezintegreze atomul de uraniu. Meitner şi Frisch şi-au dat seama de acest lucru pe cînd stăteau de vorbă în Suedia. Totodată, ei şi-au dat seama de implicațiile faptului că naziştii ar putea ajunge în posesia unei asemenea posibilități. Cantitatea de energie relativ enormă eliberată prin dezintegrarea atomilor ar fi putut avea o mare putere distructivă. Concluziile la care au ajuns Meitner şi Frisch constituiau veşti foarte incitante pentru comunitatea ştiințifică, veşti care trebuia să ajungă neîntîrziat la oamenii de ştiință.

În vreme ce Meitner se întorcea la laboratorul ei din Stockholm, Frisch s-a înapoiat în grabă în Danemarca, unde lucra la institutul lui Niels Bohr. Sosind doar cu puțin timp înainte ca Bohr să plece într-o călătorie cu vaporul în Statele Unite, el i-a prezentat mentorului său dovezile.

„Vai, ce idioţi am putut fi cu toţii! Dar e nemaipomenit! Chiar aşa trebuie să fie!“ a exclamat Bohr, lovindu-se cu palma peste frunte. Cuprins de entuziasm, el l-a încurajat pe protejatul său să publice împreună cu Meitner un articol privind interpretarea lor asupra rezultatelor lui Hahn-Strassmann, şi asta cît mai curînd posibil. Iar el a plecat în America. Pe drum i-a vorbit unui coleg despre extraordinara veste şi, la o întrunire care a avut loc pe 16 ianuarie 1939, vestea a devenit publică înainte ca Meitner şi Frisch să-şi publice articolul, aşa cum s-a dovedit (o scăpare pe care bonomul Bohr a regretat-o mereu după aceea). Practic peste noapte, fizicienii şi chimiştii din universităţile americane au început să testeze premisele şi au descoperit că era adevărat. Atomul fusese dezintegrat! Lumea fizicii şi a chimiei a fost răsturnată cu susul în jos!

Şi, în vreme ce oamenii de ştiinţă germani au realizat primii acest lucru, vestea s-a răspîndit în comunitatea ştiinţifică internaţională şi savanţii americani au fost aceia care au încredinţat atomului dezintegrat prima şi cea mai formidabilă sarcină.

COMPETIŢIA ÎMPOTRIVA LUI HITLER

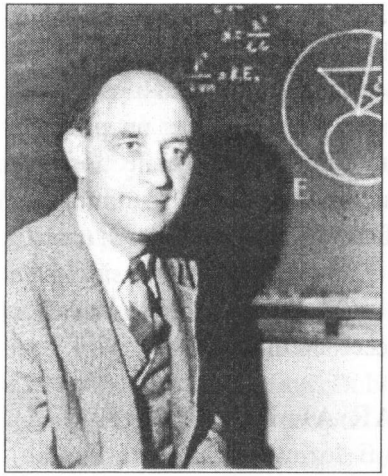
O dată cu vestea provenită de la Otto Hahn, via Meitner, cum că savanţii germani realizaseră fisiunea, în Statele Unite s-a accentuat consternarea legată de posibilitatea ca Adolf Hitler să reuşească să pună la punct bomba atomică, al cărei potenţial distructiv ar fi fost evident devastator. Era ceva de neimaginat ca o asemenea armă să ajungă în mîinile unui conducător atît de lipsit de scrupule chiar în toiul războiului. Înfrîngerea lui Hitler şi cîştigarea războiului au căpătat o urgenţă maximă.

În 1939, Leo Szilard a reuşit să-l determine pe Einstein, în calitatea sa de cel mai influent om de ştiinţă al lumii, să-l convingă pe preşedintele american Franklin D. Roosevelt că Statele Unite aveau nevoie urgent să înceapă un program intensiv pentru construirea unei bombe de fisiune. Einstein a făcut acest lucru împotriva convingerilor sale intime, căci el fusese întotdeauna un pacifist convins. Dar Hitler şi naziştii deveniseră cea mai odioasă forţă care ar fi putut să cîştige puterea pe plan mondial. Şi astfel, cu susţinerea reticentă a lui Einstein, s-a născut Proiectul Manhattan.

REACTORUL NUCLEAR AL LUI FERMI

Nucleul de uraniu putea fi dezintegrat. Puteau fi eliberate mari cantităţi de energie la nivel atomic. Dar pentru ca o armă strategică să funcţioneze, era necesară o energie mult mai mare. Ar fi trebuit să se producă o reacţie în lanţ şi nimeni pînă atunci nu reuşise să declanşeze o reacţie nucleară în lanţ. Aşa încît primul pas care trebuia făcut, deşi nimeni nu se îndoia că bomba poate fi construită, era să se demonstreze că o reacţie în lanţ poate avea loc în realitate.

Misiunea a revenit talentatului fizician italian Enrico Fermi, unul dintre cei mai buni specialişti în fizica nucleară, care primise premiul Nobel pentru fizică în 1938, cu doar cîteva luni înainte ca Meitner şi Frisch să dea interpretarea de fisiune rezultatelor obţinute de Hahn şi Strassmann. Fermi profitase de călătoria la Stockholm pentru ceremonia de decernare a premiilor Nobel pentru a-şi aduna familia şi a fugi de dictatura fascistă a lui Mussolini. Au părăsit Italia cu doar cîteva bunuri personale şi nu au mai revenit niciodată acolo, stabilindu-se în Statele Unite.

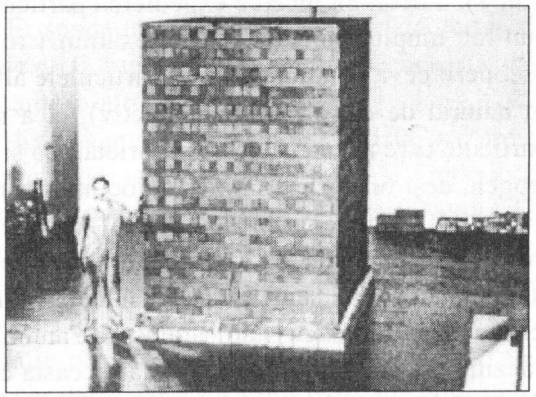


Enrico Fermi (University of Chicago Library, Special Collections)

Acum, sub tribunele unui teren de atletism de la Universitatea din Chicago, Fermi (clasificat oficial drept „străin inamic" pentru că era cetăţean italian) conducea o echipă de oameni de ştiinţă în construirea unei „pile"-test, cum o denumise. Şi a pus în practică ceea ce învăţase deja în ultimii şase ani despre meşteşugul rafinat al bombardării nucleelor de atomi de uraniu cu neutronii lui James Chadwick (vezi insertul de la pagina 105).

De fapt, în Italia, înainte de începerea războiului, Fermi făcuse pionierat în practica folosirii „gloanţelor" neutronicc pentru explorarea structurii atomice. De îndată ce Chadwick şi-a anunţat descoperirea, Fermi şi-a dat scama de superioritatea folosirii neutronilor în activitatea pe care o desfăşura. Particulele alfa şi protonii au o sarcină pozitivă şi sînt respinşi de sarcina pozitivă a nucleului atomic. Dar neutronii nu au nici un fel de sarcină şi, prin urmare, nu trebuie să fie accelerati şi, în plus, sînt absorbiţi cu

uşurinţă de nucleu. Fermi a descoperit că neutronii lenti lucrează cel mai binc şi chiar a pus la punct un sistem de încetinire a acestora prin parafină. După ce ajungeau la destinaţie, neutronii se mişcau atît de încet încît nucleul îi absorbea rapid.



Enrico Fermi şi o echipă de savanţi (din care a făcut parte şi Henry W. Newson, în imagine) au construit 28 de pile de uraniu şi grafit, precum cea din imagine, sub stadionul West Stands of Stagg de la Universitatea din Chicago, în anul 1942. Aceste structuri de straturi alternante de substanţă „moartă" şi de combustibil de uraniu au fost construite pentru a se afla cum trebuie proiectat CP-1 (Pila Chicago numărul unu), primul reactor nuclear din lume. Pe baza pilelor-test, ei au reuşit să determine factorul de reproducere necesar pentru reactorul final: combinaţia exactă de ingrediente şi aranjamente necesare pentru ca o reacţie nucleară în lanţ să se poată autoîntreţine şi să fie eficientă. (Argonne National Laboratory, Emilio Segrè Visual Archives)

DRUMUL SPRE ZDROBIREA ATOMULUI

Prin 1938, cînd Otto Hahn şi Fritz Strassmann au reuşit primii să dezintegreze atomul de uraniu fără să fie cîtuşi de

puţin siguri de ceea ce făceau, trecuseră deja cîteva decenii de cînd fizicienii şi chimiştii smulgeau particule din structura atomilor, întotdeauna cu rezultate surprinzătoare. În 1919, după ce Ernest Rutherford descoperise deja nucleul bombardînd o folie de aur cu particule alfa rapide (vezi Capitolul 1), a decis să încerce expedierea particulelor alfa printr-un tub umplut cu azot. Cînd a examinat rezultatele, el a descoperit ceva straniu. Pe lîngă particulele alfa (emise în mod natural de către radiul radioactiv), el a mai găsit nişte particule care aveau aceleaşi proprietăţi ca şi nucleele de hidrogen, deşi tubul nu conţinea deloc hidrogen. (Aceste particule au primit ulterior denumirea de *protoni*.) Rutherford a tras concluzia că lovise cîteva nuclee de azot cu particulele alfa şi că separase astfel nuclee de hidrogen.

Descoperirea radioactivităţii arătase că anumiţi atomi se pot dezintegra spontan în natură – dar aceasta era prima dovadă că nici atomii obişnuiţi (non-radioactivi) nu erau

James Chadwick (AIP Emilio Segrè Visual Archives, W.F. Meggers Collection)

indestructibili. Pe parcursul următorilor cinci ani, împreună cu colegul său James Chadwick, Rutherford a încercat experimente similare, reuşind să separe protonii din nucleele a 10 elemente diferite bombardîndu-le cu particule alfa. De pe urma acestor experimente au început să-şi dea seama că nucleul nu era doar o entitate minusculă pozitiv încărcată. Ei sondau această entitate şi, dacă putea fi sondată şi puteau fi rupte din ea bucăţi pe această cale, ea trebuia să aibă o structură internă.

Rutherford a presupus că poate exista o a treia particulă atomică nedescoperită încă. Irène şi Frédéric Joliot-Curie, călcînd pe urmele părinţilor lui Irène, Marie şi Pierre Curie, explorau şi ei de zor structura atomică la Paris. În experienţele lor, ei bombardaseră beriliu cu particule alfa, obţinînd o particulă stranie despre care credeau că ar fi un soi de radiaţie penetrantă. Chadwick a încercat o serie de experienţe similare, dar a încetinit particula emisă cu ceară de parafină, ceea ce scotea nucleele de hidrogen din parafină. Era un lucrător neobosit şi a petrecut zi şi noapte la laborator vreme de trei săptămîni. „Obosit, Chadwick?" îl întrebau colegii. „Nu într-atît de obosit ca să nu muncesc", venea răspunsul. Cînd a terminat totul, prima lui remarcă a fost: „Acum vreau să mă adormiţi cu cloroform şi să mă lăsaţi să dorm două săptămîni."

În acest interval de timp, Chadwick a reuşit să demonstreze că descoperise particula neutră a lui Rutherford. Neutronul explica discrepanţa, pe care nimeni nu o înţelesese vreodată, dintre numărul atomic şi greutatea atomică. Carbonul de exemplu, cu masa atomică 12, este de 12 ori mai greu decît hidrogenul. Dar numărul lui atomic – al carbonului – este 6, pornind de la numărul de electroni

pe care îi posedă. Sarcina negativă a electronilor trebuie să fie compensată de protonii din nucleu. Atunci de unde provenea toată acea greutate dacă în nucleu nu există decît şase protoni? Acum răspunsul era limpede.

Între timp, în Statele Unite, Ernest Lawrence lucra de cîţiva ani pentru a găsi metode mai bune de bombardare a nucleelor atomice. Particulele alfa aveau problemele lor. Întrucît aveau o sarcină pozitivă dublă, sarcina pozitivă a nucleului atomic tindea să le respingă. În 1928, George Gamow sugerase că protonii izolaţi – ioni de hidrogen – s-ar comporta mai bine, dat fiind că nu poartă decît o singură sarcină electrică. În deceniul următor, mai mulţi savanţi lucrau la inventarea unui dispozitiv pentru accelerarea acestor particule pînă la o viteză eficientă, printre ei numărîndu-se John Douglas Cockroft şi Ernest Thomas Sinton Walton, care în 1929, au reuşit să pună la punct primul accelerator de particule, pe care l-au poreclit „spărgătorul de atomi".

Dar cel mai mare succes l-a repurtat Ernest Lawrence. Ideea lui era inovatoare: în loc de a accelera o particulă la viteze mari dintr-un singur salt, el s-a gîndit să realizeze acest lucru de-a lungul unei traiectorii în spirală. Pe măsură ce protonii treceau prin dreptul fiecăruia dintre polii unui magnet de mari dimensiuni, traiectoriile lor erau deviate în cercuri cu raze tot mai mari, ajungînd la marginea dispozitivului cu viteze mereu sporite. În final, cînd protonii ieşeau din aparat, ei acumulaseră deja o mare cantitate de energie. Lawrence şi-a definitivat primul „ciclotron", cum l-a denumit, la Universitatea din Berkeley, California, în 1931. În scurt timp ciclotronul a devenit cheia pentru progresele ulterioare în domeniul fizicii nucleare, în special după ce el a construit dispozitive mai mari şi mai puternice. Lawrence a primit în 1939 premiul Nobel pentru fizică pentru activitatea sa în domeniul acceleratoarelor de particule.

Ernest Lawrence ţinînd în mînă primul ciclotron (prin amabilitatea Lawrence Berkeley Laboratory)

Acum, la Chicago, obiectivul său era să realizeze o reacţie test care să se desfăşoare într-un ritm suficient de lent pentru ca fizicienii să o poată monitoriza şi preveni o eventuală explozie. A folosit uraniu găsit în stare naturală, şi anume minereul care era cel mai stabil, uraniu-238. Structura pe care a construit-o era alcătuită din straturi succesive de uraniu şi grafit: uraniul pentru favorizarea reacţiei, iar grafitul pentru încetinirea neutronilor. A folosit 6 tone de uraniu, 50 de tone de oxid de uraniu şi 400 de tone de blocuri de grafit. Bare de cadmiu împiedicau reacţia să se declanşeze pînă cînd toate erau la locul cuvenit.

Pe 2 decembrie 1942, Fermi a extras din reactor barele de control şi reacţia în lanţ a început. Nucleele de ura-

niu-235 instabil au fost fisionate de către neutroni. Dezintegrarea atomilor producea fluxuri de alţi neutroni care părăseau blocurile de uraniu, ajungînd în grafit, care îi încetinea, apoi în următorul bloc de uraniu, unde separau alte nuclee de uraniu-235. Pe măsură ce reacţia continua, căldura dezvoltată creştea. Deşi a fost vorba doar de un test care nu a avut drept scop producerea de energie, Pila Chicago Numărul Unu a fost primul reactor al lumii. Epoca atomică începuse. Iar drumul spre Proiectul Manhattan era deschis.

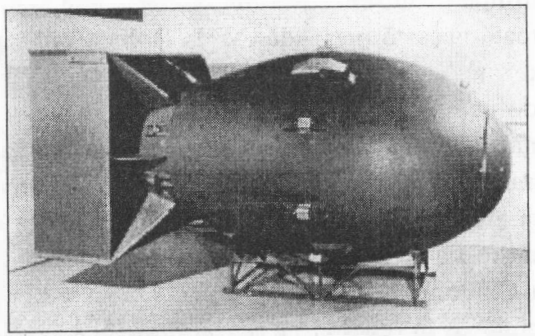
PROIECTUL MANHATTAN

În mare taină, guvernul american a adunat savanţii de frunte ai ţării – care reprezentau de fapt mare parte din savanţii de frunte ai lumii – într-o localitate din deşert, Los Alamos. Situat într-o regiune izolată din zona central-nordică a statului New Mexico, Los Alamos era un loc pustiu, cocoţat pe o terasă înaltă, singura instituţie de acolo fiind o şcoală particulară pentru băieţi. Terasa se înălţa la circa cincizeci de kilometri vest de munţii Sangre de Cristo, lanţul cel mai sudic al Munţilor Stîncoşi.

Cei care au ajuns la Los Alamos au fost puşi să-şi ia angajamentul, sub jurămînt, că vor respecta restricţiile în legătură cu securitatea. Crema universităţilor americane a fost reunită acolo: o comunitate de matematicieni, savanţi, ingineri şi chimişti, a căror misiune era să determine cît material ar trebui şi care ar fi adaptările cele mai eficace pentru a produce cea mai letală armă văzută vreodată de omenire. Tot ei trebuia să proiecteze şi să testeze dispozitivele care ar reuni materialele într-o unitate explozivă. Ideea era să se calculeze cantităţile necesare de minereuri

şi alte materiale, de a le aduce laolaltă în maniera optimă pentru producerea celei mai eficiente reacţii în lanţ şi de a pune la punct un sistem de dispozitive explozive care să declanşeze reacţia.

Directorul proiectului a fost tînărul J. Robert Oppenheimer, un bărbat înalt şi suplu, cunoscut pentru inteligenţa şi carisma sa. El a constituit la Los Alamos o comunitate rar întîlnită prin energia, puterea de muncă şi concentrarea manifestate. Misiunea avea caracter *top-secret* şi era cît se poate de serioasă. Dar pentru cei care au construit bomba a fost totodată o imensă provocare, una care a pus la încercare fiecare fibră a intelectului lor şi toată raţiunea şi logica de care dispuneau.



Bomba de implozie Fat Man construită la Los Alamos
(Prin amabilitatea Los Alamos National Laboratory)

Echipa de la Los Alamos a avut nevoie de patru ani ca să proiecteze şi să construiască două tipuri de bombă. Prima, denumită „Little Boy", era o bombă cu uraniu detonată cu un „glonţ" de uraniu-235, proiectat prin intermediul unui exploziv într-o sferă de U-235. Cealaltă bombă, denumită „Fat Man", era o bombă de implozie cu plutoniu. Ea

era alcătuită dintr-un nucleu de plutoniu, înconjurat de un iniţiator din poloniu şi beriliu şi un cerc de „pene" explozive.

Pînă în iulie 1945, patru bombe au fost definitivate: un ansamblu de plutoniu urcat pe un turn pentru testare; alte două, cîte una din fiecare tip, pentru o posibilă utilizare; şi ultima, din plutoniu, de rezervă.

Ca o ironie a sorţii, germanii capitulaseră în faţa forţelor aliate în mai 1945. Din momentul în care războiul cu Germania a luat sfîrşit, ceea ce începuse ca un efort concertat pentru a-i opri pe germani şi a cîştiga competiţia împotriva unei posibile bombe atomice germane a devenit subit o activitate lipsită de scop pentru mulţi dintre oamenii de ştiinţă.

În toată această perioadă, Niels Bohr a militat pentru un anunţ internaţional cu privire la proiect; în cel mai rău caz, el dorea ca măcar ruşii să afle despre aceasta. El era încredinţat că numai un control internaţional putea să asigure mînuirea unei bombe atît de puternice în condiţii de siguranţă. Dar demersurile sale au fost întîmpinate cu mare suspiciune de către Roosevelt şi primul-ministru britanic Winston Churchill.

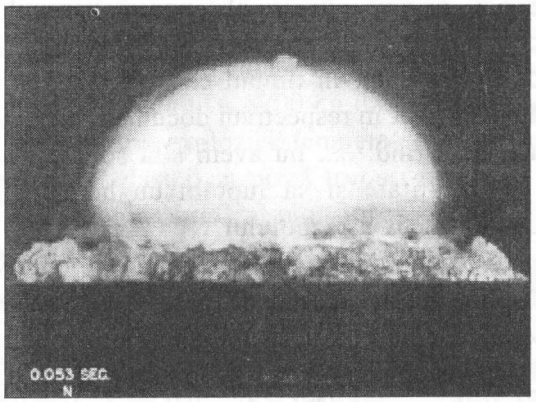
Oricum, în iulie 1945 cel de-al doilea război mondial nu se încheiase. Forţele japoneze continuau să susţină bătălii sîngeroase în ceea ce a devenit cunoscut ca Teatrul de Operaţiuni al Pacificului. Un corespondent de război american aflat de multă vreme la faţa locului relata despre o veche zicală japoneză: „Vom lupta pînă cînd vom mînca pietre!"

Unii dintre savanţii de la Los Alamos aveau rude care luptau în Teatrul Pacificului. Pentru ei, situaţia impunea

încheierea războiului cît mai curînd posibil. Dar mulţi dintre oamenii de ştiinţă de acolo credeau cu toată convingerea că ar trebui dat un avertisment, o posibilitate de capitulare înainte ca bomba să fie lansată.

HIROSHIMA ŞI NAGASAKI

La 16 iulie 1945, după cîteva ore de întîrziere din pricina vremii proaste şi a vînturilor periculoase, testul primei bombe Fat Man la centrul de testări Trinity de la Alamogordo din partea central-sudică a statului New Mexico s-a desfăşurat exact aşa cum se plănuise. Prima bombă atomică a explodat deasupra deşertului. Oamenii de ştiinţă erau în extaz. Succesul a reprezentat, cum a spus unul dintre ei, cei mai frumoşi ani din viaţa lor.



Testul atomic de la Trinity (Prin amabilitatea Los Alamos National Laboratory)

Ceea ce s-a întîmplat în continuare, după cum remarca la un moment dat Einstein, a reprezentat o stranie inevitabilitate. Pe 26 iulie 1945, la orele 19.00, preşedintele

Harry S. Truman a dat publicităţii un document cunoscut ca Declaraţia de la Potsdam; era semnat de Truman, de preşedintele Chinei naţionaliste şi de către primul-ministru al Marii Britanii, iar transmisia sa a fost recepţionată în Japonia la ora 7.00 dimineaţa, ora oraşului Tokyo, pe 27 iulie. Declaraţia formula un ultimatum în care i se cerea Japoniei capitulare necondiţionată şi se subliniau termenii, concluzia fiind: „Alternativa pentru Japonia este o distrugere imediată şi totală".

Dacă Japonia decidea să continue războiul, se spunea în declaraţie, „aplicarea completă a puterii noastre militare, susţinută de hotărîrea noastră, va însemna inevitabila şi completa distrugere a forţelor militare japoneze şi, la fel de inevitabil, devastarea totală a teritoriului Japoniei".

A doua zi, primul-ministru al Japoniei, baronul Kantaro Suzuki, a ţinut o conferinţă de presă ca răspuns la documentul de la Potsdam, în timpul căreia a anunţat că guvernul său nu a găsit în respectivul document nici o valoare importantă, declarînd: „... nu avem altă soluţie decît să-l ignorăm în totalitate şi să luptăm cu hotărîre pentru încheierea cu succes a războiului".

Timp de decenii după aceea vor continua controversele privind detaliile acestui schimb de mesaje, dar Statele Unite îşi trimiseseră avertismentul, iar mesajul limpede de răspuns a fost că Japonia intenţiona să-şi continue lupta. La data aceea, Fat Man şi Little Boy fuseseră deja deplasate din New Mexico în poziţiile de aşteptare din Pacific.

Pe 6 august 1945, un avion american numit *Enola Gay* a lansat bomba atomică Little Boy asupra oraşului japonez Hiroshima. În timp ce echipajul lui *Enola Gay* privea înapoi spre oraş, acesta părea să fi dispărut în întregime, învăluit

în valuri de fum şi de foc. Un membru al echipajului avea să declare mai tîrziu: „Nu cred că cineva se aşteptase să privească la o asemenea imagine. Acolo unde, cu doar două minute mai înainte, văzusem limpede un oraş, acum nu mai vedeam nimic". Robert Caron, mitraliorul de la coada avionului, a avut locul cel mai prielnic de observaţie în timp ce avionul se îndepărta:

> *Ciuperca propriu-zisă era o imagine spectaculoasă, o masă agitată de fum purpuriu-cenuşiu şi se putea vedea că are un miez roşu şi totul ardea în interiorul ei. Pe măsură ce ne depărtam, puteam vedea baza ciupercii şi dedesubt vedeam ceea ce părea a fi un strat de cîteva sute de metri de moloz şi fum...*

Peste zece kilometri pătraţi din oraş au fost raşi de pe faţa pămîntului şi 90 la sută din clădirile oraşului au fost distruse de echivalentul a 5700 kg de TNT. Pe o rază de o milă faţă de centrul exploziei, temperatura a crescut pînă la aproape 540°C, lăsînd în urmă trupuri omeneşti carbonizate şi metal topit. Numărul morţilor nu a putut fi calculat imediat.

Nici un anunţ privind capitularea nu a venit din partea japonezilor. Pe 9 august, o altă bombă – Fat Man – a fost aruncată asupra oraşului Nagasaki din sudul Japoniei, omorînd 40 000 de oameni şi distrugînd oraşul. În cele din urmă, pe 14 august 1945, trecînd peste obiecţiile comandanţilor săi militari, împăratul Hirohito a anunţat capitularea Japoniei. Pe 2 septembrie 1945, cel de-al doilea război mondial a luat sfîrşit în mod oficial şi termenii capitulării au fost semnaţi la bordul navei de război USS *Missouri*.

Pînă la sfîrşitul anului 1945, numărul morţilor de la

J. Robert Oppenheimer a condus echipa ştiinţifică de la Los Alamos (Los Alamos National Laboratory, prin amabilitatea AIP Emilio Segrè Visual Archives)

Hiroshima se va ridica la 145 000, alături de mulţi, mulţi alţi răniţi. În următorii cinci ani, alte zeci de mii de oameni vor muri ca urmare a otrăvirii cu radiaţii, un efect remanent al bombelor devastatoare.

CONSECINŢELE

Cînd la Los Alamos a ajuns prima oară vestea că bomba atomică funcţionase, majoritatea savanţilor au jubilat. Patru ani de muncă fuseseră încununaţi de succes. Numeroasele dispozitive complicate pe care le proiectaseră şi le testaseră îşi făcuseră treaba. Un război lung şi costisitor lua astfel sfîrşit ca rezultat al eforturilor lor. În acelaşi timp însă, stingherеala începea să umple construcţiile de lemn de la Los Alamos şi, pe măsură ce soseau rapoarte mai detaliate, consternarea creştea. Pentru mulţi dintre savanţii care jubilau în august 1945, viaţa va fi plină de îndoieli, urmăriţi fiind de moartea şi distrugerile provocate de creaţia lor. Oppenheimer a rămas torturat pentru tot restul vieţii

sale de potenţialul oribil al bombei la realizarea căreia contribuise. În ultimul său discurs public de la Los Alamos, el a avertizat:

> *Dacă bombele atomice vor fi adăugate la arsenalele lumii războinice sau la arsenalele naţiunilor care se pregătesc de război, atunci va veni vremea cînd omenirea va blestema numele de Los Alamos şi Hiroshima.*
>
> *Oamenii din lumea întreagă trebuie să se unească, altfel vor pieri. Acest război, care a răvăşit atît de mult pămîntul, a scris aceste cuvinte. Bomba atomică le-a rostit răspicat, astfel încît toţi oamenii să le înţeleagă. Alţi oameni le-au rostit, în alte timpuri, în alte războaie sau cu alte arme. Dar ele nu au convins. Sînt unii, înşelaţi de o falsă înţelegere a istoriei omenirii, care susţin că nici astăzi aceste cuvinte nu vor convinge. Noi nu trebuie să credem acest lucru. Prin munca noastră, trebuie să ne dedicăm unei lumi unite, în faţa acestui pericol comun, prin lege şi prin omenie.*

A fost începutul unei căutări pasionante şi fructuoase în vederea utilizării paşnice a puterii atomice. O grupare numită „Atomii pentru pace" a fost constituită de un cerc de fizicieni conduşi de Niels Bohr, care considerau că puterea atomică nu ar trebui să mai fie folosită niciodată în felul acesta şi care au militat cu fervoare pentru ca omenirea să tragă învăţăminte importante de pe urma evenimentelor din august 1945. În centrul celor mai sofisticate preocupări pentru evitarea holocaustului nuclear pot fi găsiţi

astăzi mulţi dintre cei mai de seamă savanţi, care continuă să promoveze o utilizare raţională şi umană a descoperirilor şi tehnologiilor lor.

PARTEA a II-a

ŞTIINŢELE VIEŢII

CAPITOLUL 6

DEZVOLTAREA MICROBIOLOGIEI ŞI A BIOCHIMIEI

Dacă descifrarea modului în care funcţionează lumea înconjurătoare părea complexă din perspectiva fizicii, a chimiei şi a astronomiei, domeniul lucrurilor vii cuprindea şi mai multe mistere stranii. În vreme ce chimiştii şi fizicienii pătrundeau tot mai adînc în domeniile atomic şi subatomic, savanţii slujitori ai ştiinţelor vieţii mergeau mai departe pe o cale similară – o cale care căuta răspunsuri cu privire la natura lucrurilor vii şi la modul cum funcţionează acestea şi, în cele din urmă, despre fundamentul vieţii. Caracterul complex chiar şi al celor mai simple vietăţi (dintre care multe sînt prea mici pentru a fi observate cu ochiul liber) derutase pe toată lumea vreme de secole – de la greci la William Harvey şi Anthony van Leeuwenhoek din secolul al XVII-lea, şi pînă la Pasteur şi Robert Koch în secolul al XIX-lea. Iar toate vechile întrebări rămăseseră încă fără răspuns la începutul secolului XX: Ce sînt fiinţele? Ce le face diferite de roci, de ţărînă sau de stele? Ce le susţine? Cum funcţionează ele şi care sînt procesele inerente vieţii în diferite organisme?

Vreme de secole, cercetătorii s-au străduit să afle mai multe despre felul cum funcţionează organismele, majoritatea acţionînd din exterior spre interior. Dintre antici, gînditori precum Aristotel şi Pliniu s-au concentrat mai întîi asupra morfologiei sau a formei exterioare a organismelor. Ulterior, oameni de ştiinţă precum William Harvey, primul care a aplicat principiile observaţiei şi ale experimentului la fiinţe, au început să cerceteze modul în care organele şi sistemele de organe – cum ar fi sistemul circulator – funcţionau în interiorul acestor organisme. Apoi a survenit înţelegerea faptului că organele sînt alcătuite din ţesuturi, iar în secolul al XIX-lea Matthias Jakob Schleiden şi Theodor Schwann au identificat funcţionarea unei structuri pe care au denumit-o „celulă", din care sînt alcătuite toate ţesuturile, prin urmare toate organismele şi toate făpturile, plante şi animale. O dată cu apropierea secolului al XX-lea, tehnicile experimentale şi descoperirile tehnologice au început să capete o importanţă tot mai mare pentru biologi pe măsură ce aceştia, ca şi colegii lor fizicienii, se îndreptau tot mai mult spre micro dimensiuni.

Ei au constatat că organismele minuscule, precum bacteriile lui Pasteur şi Koch, erau mai uşor de studiat şi ofereau informaţii despre fundamentul vieţii – o întrebare-cheie în jurul căreia se rotea întreaga cercetare biologică.

O PROBLEMĂ DE NERVI

Multă vreme, oamenii de ştiinţă au încercat să înţeleagă ce sînt şi cum funcţionează structurile denumite „nervi". Iniţial, aceştia păreau să fie nişte fire stranii şi misterioase şi, pînă în secolul al XVIII-lea, savanţii au presupus că sînt nişte tuburi goale pe dinăuntru, la fel ca venele şi arterele,

fiind purtătoarele unui fluid sau „spirit". Fiziologul elveţian Albrecht von Haller (1708–1777) a introdus în cele din urmă o abordare mai experimentală, care ducea la recunoaşterea faptului că nervii joacă un rol esenţial în jocul combinat dintre stimul şi răspuns. Haller a mai observat că toţi nervii duceau spre şi proveneau de la creier şi coloana vertebrală, care, presupunea el, acţionează ca centre ale percepţiei senzitive şi ale acţiunii reactive.

Spre sfîrşitul secolului al XIX-lea, apariţia teoriei celulei a furnizat noi perspective de înţelegere a nervilor şi a modului de funcţionare a acestora. Biologii descoperiseră anterior structuri în alcătuirea creierului şi a coloanei vertebrale, dar nu erau deloc siguri ce anume erau acestea, care era scopul lor sau cum funcţionau. Apoi, în 1891, anatomistul german Wilhelm von Waldeyer (1836–1921) şi-a făcut cunoscut punctul de vedere potrivit căruia fibrele nervoase fac parte dintr-o celulă nervoasă – că sînt ca nişte degete fine şi extinse, conducînd la şi de la centrul nervilor. Denumită „teoria neuronică", lucrarea lui von Waldeyer mai indica faptul că aceste extensii se apropie adesea una de alta, dar fără să se atingă, creînd un interval care mai tîrziu s-a numit sinapsă. Iar primul care a demonstrat această teorie, coordonînd ideea de celulă ca unitate de bază a materiei vii cu ideea de sisteme în organisme, a fost Santiago Ramón y Cajal din Spania.

Cînd Ramón y Cajal (1852–1934) a absolvit în 1877 ca doctor în medicină la Universitatea din Madrid, nimeni nu descoperise o metodă de colorare pentru evidenţierea părţilor sistemului nervos faţă de ţesutul înconjurător (cunoscut ca neuroglia). Apoi, în anii 1880, el a auzit despre un colorant recent pus la punct de către italianul Camillo

Santiago Ramón y Cajal, fondatorul neuroanatomiei
(Parke-Davis, Division of Warner-Lambert Company)

Golgi (1844–1926), un pionier al studiului microstructurilor sistemului nervos. Robert Koch, Paul Ehrlich şi alţii aduseseră de curînd în centrul atenţiei metodele de colorare a celulelor, numai că ei foloseau coloranţi sintetici. În 1873 Golgi a anunţat o metodă de folosire a sărurilor de argint care produceau rezultate spectaculoase, în special la observarea celulelor nervoase. Folosind noul colorant, Golgi confirmase deja existenţa microintervalului cunoscut ca sinapsă.

Dar Ramón y Cajal a ameliorat colorantul lui Golgi şi, bazîndu-se pe studii meticuloase, a confirmat teoria neuronică dincolo de orice îndoială. Considerat adesea un „Don Quijote al microscopului", el a dezavuat ideea, larg răspîndită la vremea aceea, că creierul şi coloana vertebrală ar fi compuse dintr-o reţea continuă, interconectată, în care fiecare ramură se unea cu următoarea la fel ca afluenţii unui rîu sau ca nervurile unei frunze. El a reuşit să urmărească fibre nervoase lungi care nu fuzionau cu nici o

altă fibră. Cu ajutorul microscopului şi al unei tehnici experimentale scrupuloase, el a confirmat că unitatea fundamentală a sistemului nervos este neuronul, cu procesele sale de ramificare şi cu axonul său. Totodată, a emis ipoteza că impulsurile nervoase se deplasează într-o singură direcţie în drumul lor de la un neuron la altul.

În 1906, Ramón y Cajal a primit premiul Nobel (împreună cu Golgi) pentru fiziologie sau medicină. Opera sa a întemeiat noul domeniu al neuroanatomiei, una dintre numeroasele discipline nou apărute ca rezultat al progreselor în microscopie şi în tehnica colorării spre sfîrşitul secolului al XIX-lea şi începutul secolului XX.

O controversă de proporţii dăinuia încă de pe vremea lui Newton, atunci cînd oamenii de ştiinţă au încercat pentru prima oară să aplice la lumea vie aceleaşi concepte mecaniciste care funcţionau atît de bine în fizică. Mulţi savanţi din domeniul ştiinţelor vii au avut obiecţii faţă de această abordare pur materialistă. Ei simţeau că viaţa era altceva decît un amestec de substanţe chimice şi un ansamblu de pîrghii şi supape. Părea să fie prezent şi altceva, un fel de forţă „vitală". De unde şi punctul lor de vedere numit „vitalism". În 1895, lumea ştiinţelor vieţii era divizată. Sînt fiinţele vii deosebite într-un anume fel? se întrebau oamenii de ştiinţă. Posedă ele o „esenţă" care susţine viaţa, un suflet sau o forţă vitală? Sau sînt doar nişte ansambluri de atomi şi molecule, precum substanţele neînsufleţite, supuse aceloraşi legi ale fizicii precum un birou, o căruţă sau un meteorit? Pentru mulţi, această ultimă supoziţie părea un sacrilegiu imposibil.

AMESTECUL LUI BUCHNER

În manualul său de chimie organică, al cărui prim volum a fost publicat în 1861, Friedrich August Kekulé von Stradonitz definea compuşii organici ca fiind pur şi simplu aceia care conţin carbon. Nu pomenea nimic despre o forţă vitală sau vreo altă caracteristică distinctivă. Pentru prima oară, substanţele organice au început să fie examinate nu în termenii prezenţei unei forţe vitale, ci ca elemente chimice, descrise în unele privinţe asemenea oricăror altor substanţe.

Mulţi oameni considerau abordarea lui Kekulé tulburătoare şi diverse facţiuni s-au format de o parte şi de alta a controversei. Apoi, în 1897, chiar în zorii secolului XX, chimistul german Edouard Buchner (1860–1917) a încercat un experiment. Fermentaţia era de mult privită ca unul din procesele vitale, o reacţie chimică posibilă doar în prezenţa celulelor vii. Aşa încît Buchner a strîns un grup de celule de drojdie, despre care se ştia că sînt asociate cu fermentaţia, şi le-a măcinat cu nisip astfel încît să nu mai poată rămîne nici o celulă vie. Apoi, ca să fie şi mai sigur, a strecurat substanţa măcinată printr-un filtru pentru a obţine un suc fără celule.

Ce s-a întîmplat în continuare nu se potrivea deloc cu aşteptările lui Buchner. El era sigur că, în absenţa celulelor, nu va avea loc fermentaţia. A luat toate măsurile pentru ca amestecul obţinut să nu se contamineze cu vreo celulă vie, altfel experimentul nu ar fi fost un test bun. Apoi a adăugat o soluţie concentrată de zahăr, despre care se ştia că este o modalitate bună de conservare împotriva contaminării cu microorganisme. Spre uimirea sa, sucul de drojdie lipsit de celule a început să fermenteze! Procesul despre care toată lumea credea că este unul vital a avut loc într-un amestec complet lipsit de viaţă. Buchner a mers mai departe. A omorît celulele de drojdie cu alcool şi a constatat că celulele moarte provoacă fermentarea zahărului la fel de uşor ca

şi celulele vii. Aceste rezultate erau la fel de surprinzătoare şi de incitante, iar în 1907 Buchner a primit premiul Nobel în chimie pentru lucrarea sa.

Vitaliştii (chiar şi Buchner însuşi) fuseseră siguri că toate acestea erau imposibile. Şi totuşi concluziile erau clare: „Fermenţii", cum erau numiţi pe atunci agenţii fermentării, erau în realitate substanţe moarte care puteau fi izolate faţă de celulele vii în care se găseau de obicei. Iar aceste substanţe puteau fi puse să-şi facă treaba într-o eprubetă de laborator.

Acum este general acceptat faptul că viaţa se supune aceloraşi legi care guvernează lumea neînsufleţită. Dar în 1897, micul experiment al lui Buchner era oarecum revoluţionar pentru cei ce studiau organismele vii. Bazîndu-se pe rezultatele sale, biologii şi chimiştii au căpătat încrederea că problemele din biologie nu se situau în mod necesar dincolo de aria de acoperire a cercetării de laborator. Ca şi fenomenele lumii neînsufleţite, procesele vitale aveau să ofere răspunsuri ca reacţie la experimentele şi observaţiile ştiinţifice chiar şi în absenţa vieţii. Era pregătit terenul pentru studiul mecanic al chimiei celulelor.

Confruntările filozofice legate de vitalism au continuat fără doar şi poate. În 1899, naturalistul german Ernst Heinrich Haeckel (1834–1919) a făcut publică ideea că gîndirea, deşi rezultat al creaţiei, depinde de corp şi nu trăieşte dincolo de moartea acestuia. (Tot el a fost primul care a folosit termenul *ecologie* pentru a descrie studiul fiinţelor în relaţie unele cu altele şi cu mediul lor înconjurător.) Pentru mulţi, această afirmaţie se îndepărta prea mult de dovezile aflate la îndemînă şi contrazicea prea categoric ideile tradiţionale. Pentru alţii părea ceva logic. Dovezile se acumulau împotriva punctului de vedere al vitaliştilor, dar de-a lungul secolului oamenii de ştiinţă vor continua să caute răspunsuri la întrebările „Ce este viaţa?" şi „Cum a început viaţa?"

CHIMIA CORPULUI

Cu experimentul său revoluţionar din 1897, Buchner a pregătit terenul pentru o activitate experimentală fructuoasă în ştiinţele vieţii, înfiinţînd în esenţă un nou domeniu care combina atît chimia, cît şi biologia: biochimia. Acum reacţiile chimice ce aveau loc în interiorul celulelor puteau fi studiate în laborator, în eprubete, în afara celulelor, întrucît Buchner demonstrase că celula însăşi nu are nici o contribuţie specială la reacţiile care au loc acolo. O dată cu acest experiment a luat fiinţă domeniul endocrinologiei, studiul glandelor endocrine şi al secreţiilor acestora.

În 1901, japonezul Jokichi Takamine a descoperit o substanţă denumită adrenalină (epinefrină), care este secretată de glanda endocrină, o glandă suprarenală situată în apropierea rinichilor. Takamine nu numai că a izolat această substanţă care provoacă contracţia vaselor sanguine şi creşte tensiunea arterială, dar a reuşit să o şi sintetizeze, ceea ce a constituit o nouă lovitură la adresa punctului de vedere vitalist.

William Bayliss (1860–1924) şi Ernest Starling (1866–1927), doi fiziologi englezi, efectuau între timp experienţe cu pancreasul, o glandă digestivă de mari dimensiuni. Ei au descoperit că, chiar dacă se taie toţi nervii care duc la pancreas, acesta continuă să secrete sucul digestiv de îndată ce acidul şi alimentele din stomac ajung în intestinul subţire. În 1902, ei au reuşit să izoleze cauza, constatînd că acidul din intestinul subţire provoacă secreţia unei substanţe de către pereţii acestuia, pe care au denumit-o secretină. Această substanţă, purtată de sînge la pancreas, declanşează secreţia sucurilor digestive. Bayliss şi Starling şi-au dat seama că secretina şi epinefrina descoperită de Takamine făceau parte dintr-un sistem de mesageri chimici pe care i-au denumit hormoni (de la grecescul *horman*, care înseamnă „a îmboldi, a stimula"). Aceşti mesageri

chimici sînt proteine speciale secretate de glande într-o anumită parte a corpului şi purtate de către sînge pentru a regulariza reacţiile în anumite celule din altă parte a corpului. Rezultatele obţinute de Bayliss şi Starling au stabilit importanţa hormonilor, iar noua lor teorie referitoare la hormoni s-a dovedit extrem de fructuoasă, netezind drumul spre o nouă metodă de tratament a unei boli mortale care năpăstuise omenirea încă din antichitate.

Diabetes, însemnînd „a trece prin", a fost numele pe care grecii l-au dat acestei boli deoarece cantităţile enorme de apă pe care suferindul le bea păreau să treacă fără nici o opreliştе prin organism. Romanii au adăugat cuvîntul *mellitus*, însemnînd „miere", deoarece urina era anormal de dulce – atît de dulce încît atrăgea muştele. Din momentul în care boala se instala, moartea urma cu certitudine. Nu exista nici un tratament şi nici o modalitate de încetinire a procesului.

Prin 1920 se mai cunoştea că dulceaţa urinei diabeticilor este provocată de un nivel anormal de ridicat al glucozei, care apărea şi în sîngele pacienţilor. De asemenea, cînd pancreasul era scos de la animalele folosite în experiment, acestea prezentau simptome foarte asemănătoare cu cele ale diabetului. Aşa încît, pornind de la rezultatele obţinute de Bayliss şi Starling şi de la aceste noi descoperiri, a apărut bănuiala că boala ar fi provocată de lipsa hormonului secretat de pancreas, necesar pentru regularizarea nivelului de glucoză din sînge. Fără el, concentraţia de glucoză creşte şi diabetul se instalează. Hormonul, pe care nimeni nu-l descoperise vreodată, avea chiar şi un nume: *insulina.*

Deşi multă lume l-ar fi putut considera un candidat improbabil pentru rezolvarea acestei străvechi probleme, Frederick Grant Banting (1891–1941) a crezut că are o idee. Proaspăt absolvent al facultăţii de medicină şi de curînd

întors din armată, Banting era un tînăr medic canadian aflat la început de carieră şi predînd cu jumătate de normă la Facultatea de Medicină a Universităţii din Ontario de Vest. În timp ce-şi pregătea notele de curs într-o zi a anului 1920, răsfoind o revistă ştiinţifică, Banting a dat peste un articol care i-a trezit interesul. Autorul spunea că dacă se întrerupe legătura dintre intestin şi pancreas astfel încît acesta din urmă să nu-şi mai poată trimite sucurile digestive prin intermediul canalelor sale, pancreasul se va zbîrci. Cuprins de emoţie, el a notat pe marginea articolului: „De legat canalele pancreatice la cîini. Se aşteaptă şase pînă la opt săptămîni pentru degenerare. Se îndepărtează reziduul şi se obţine un extract". În felul acesta Banting se aştepta să poată izola insulina din pancreasul zbîrcit, lipsit de sucurile digestive distructive. Dar Banting nu avea resurse pentru cercetare şi nici laborator.

El s-a adresat Universităţii din Toronto, acolo unde John Macleod, expert în diabet, conducea catedra de fiziologie. Banting i-a prezentat ideea şi i-a solicitat spaţiu de laborator pentru o perioadă de opt săptămîni. Dar Macleod l-a refuzat. Şi l-a refuzat şi a doua oară cînd a revenit cu solicitarea. Totuşi, a treia oară, Macleod a acceptat în sfîrşit să-l lase pe Banting să-i folosească laboratorul în timp ce era în vacanţă şi chiar a propus numele unui tînăr student abia intrat la facultatea de medicină care ar fi putut fi interesat să-i fie asistent lui Banting. Charles H. Best (1899–1971) a acceptat cu entuziasm propunerea. Deşi de regulă cîştiga bani jucînd base-ball la o echipă de profesionişti în timpul verii, şi-a zis că măcar de data asta ar putea să se descurce cu banii primiţi la terminarea serviciului militar.

Chiar dacă au folosit cîini pentru experienţele lor, Banting şi Best i-au tratat întotdeauna cu blîndeţe şi afecţiune. Separarea pancreasului necesita o operaţie chirurgicală, dar Banting

folosea un anestezic şi supraveghea recuperarea lor cu aceeaşi preocupare pe care ar fi arătat-o şi faţă de un pacient uman. Din nefericire, prima operaţie nu a reuşit. Catgutul pe care îl foloseau pentru obturarea canalelor pancreatice s-a dezintegrat, iar cîinele nu a prezentat nici un fel de simptome. Au trecut cîteva săptămîni pînă să-şi dea seama de greşeală. Între timp, banii se terminau. Aşa încît Banting a fost nevoit să-şi vîndă vechiul Ford prăpădit pentru a cumpăra de mîncare atît pentru experimentatori, cît şi pentru cîini. În cele din urmă, Marjorie, un cîine al cărui pancreas fusese legat cu fir de mătase, a început să prezinte simptome de diabet spre sfîrşitul lunii iulie a anului 1921. Cei doi tineri savanţi i-au scos pancreasul, care se zbîrcise conform aşteptărilor, şi după ce l-au măcinat l-au dizolvat într-o soluţie salină. Apoi i-au administrat amestecul lui Marjorie şi toate simptomele de diabet au dispărut.

Cînd Macleod s-a întors din vacanţă, a rămas uluit. Banting şi Best izolaseră insulina. Macleod şi un al patrulea personaj, James Collip, s-au alăturat echipei pentru purificarea şi standardizarea hormonului, iar Banting şi Best şi-au prezentat descoperirea la o întrunire ştiinţifică în noiembrie 1921. Dar, în agitaţia care a urmat, lui Macleod, ca şef al catedrei, i s-au atribuit meritele pentru această descoperire, iar în 1923, cînd s-a decernat premiul Nobel pentru această realizare, el a fost înmînat nu lui Banting şi Best, ci lui Macleod şi Banting. Banting a fost furios pentru că nu fusese inclus şi Best, iar Macleod era de părere că ar trebui recunoscută şi munca lui Collip. Prin urmare, aşa cum se întîmplă adesea cu premiile Nobel, cei care l-au primit au împărţit cu colegii lor suma de 40 000 de dolari pe care o primise fiecare. Fabricarea insulinei a trecut rapid la faza de producţie spre a satisface cerinţele medicilor pentru acest nou, şi de data asta eficient, tratament pentru diabet.

NOTA EDITORULUI ROMÂN

Cu privire la reala paternitate a descoperirii insulinei, considerăm că avem obligaţia morală faţă de marele savant român N.C. Paulescu să restabilim adevărul, publicînd un extras dintr-un articol semnat de distinsul prof. univ. dr. Constantin Ionescu-Tîrgovişte.

Introducerea insulinei în tratamentul diabetului zaharat reprezintă contribuţia biochimiştilor Collip, MacLeod, Banting şi Best, dar descoperirea aparţine lui N.C. Paulescu, care, din păcate, a fost eclipsat de grupul celor patru canadieni, ce au stîrnit un val de entuziasm greu de imaginat în ziua de astăzi. În urma rezultatelor obţinute în primele tratamente cu insulină, lumea s-a bucurat fără să dea atenţie celui care se ascundea în spatele epocalei descoperiri, deoarece se întîmpla pentru prima dată să fie redaţi vieţii mii de pacienţi diabetici muribunzi, pînă atunci condamnaţi unei morţi lente şi sigure. În aceste circumstanţe, recunoaşterea importanţei descoperirii prin atribuirea Premiului Nobel pentru medicină şi fiziologie în anul 1923 a fost pe deplin îndreptăţită. Numai că graba în care s-au făcut nominalizările şi mai ales superficialitatea de care a dat dovadă comitetul de decernare a Premiului Nobel în acel an, au condus la cea mai gravă eroare înregistrată vreodată în istoria prestigioasei instituţii suedeze. Premiul s-a acordat canadienilor Banting şi MacLeod, fără a se indica meritele pe care le-au avut în descoperirea insulinei. După toate probabilităţile, i s-a atribuit lui Banting activitatea experimentală desfăşurată de acesta împreună cu Best, activitate prezentată într-un articol publicat în februarie 1922, care rezuma, de fapt, concluziile lui Paulescu, în timp ce MacLeod a fost premiat pentru utilizarea insulinei în practica clinică,

etapă în care principalul merit i-a revenit biochimistului Collip, care a reuşit pentru prima dată purificarea extractului pancreatic făcîndu-l administrabil la om. Printr-o acţiune concertată a mass-mediei canadiene, atenţia comunităţii ştiinţifice a fost comutată de la adevăraţii cercetători către cei care şi-au arogat nişte merite necuvenite. Deşi încă din 1923 au existat voci care au pus sub semnul întrebării decizia comitetului Nobel din acel an, oficialităţile canadiene s-au străduit şi au reuşit să înăbuşe contestaţiile venite din partea susţinătorilor lui Collip şi Best care se considerau şi ei îndreptăţiţi să revendice o parte din meritele marii descoperiri. Lupta din „coşul cu crabi din Toronto" (aşa cum sugestiv a fost caracterizată relaţia dintre cei patru canadieni în perioada 1921–1923) avea să fie tranşată în favoarea lui Banting şi Best, creditaţi în anii ce-au urmat ca „descoperitorii insulinei". Această opţiune a fost dictată de pericolul contestării formulate de Paulescu, în jurul căruia s-a instituit rapid o eficientă „conspiraţie a tăcerii". Protestele lui Paulescu, venite de undeva de la porţile Orietului, au fost rapid înăbuşite, fundamentala lui contribuţie la epocala descoperire rezultînd numai din prezentarea grotesc deformată de către Banting şi Best. După stingerea lui Paulescu din viaţă, în 1931, totul a intrat într-o desăvîrşită uitare, întreruptă în mod miraculos în 1969.

Redescoperirea contribuţiei fundamentale a lui Paulescu în izolarea hormonului antidiabetic pancreatic, numit ulterior insulină, a fost făcută oarecum întîmplător de către diabetologul scoţian Ian Murray care, pregătindu-se să scrie un istoric al celebrei descoperiri, a constatat cu surprindere că adevărul documentar era cu totul altul decît cel prezentat de istoriografia

canadiană. El a scris patru articole prin care a reuşit să convingă comunitatea ştiinţifică internaţională că, înaintea lui Banting şi Best, Paulescu publicase lucrări de o valoare inestimabilă, în care descrisese cu lux de amănunte acţiunile hormonului antidiabetic pancreatic. În 1976, respectiv 1986, I. Pavel a scos pe piaţă două monografii care aveau să completeze „dosarul insulinei". Apoi, în 1996, la celebrarea celor 75 de ani scurşi de la realizarea epocalei descoperiri, a fost adusă în prim-planul discuţiilor contribuţia excepţională a ilustrului fiziolog român N.C. Paulescu, a cărui lucrare, „Archives Internationales de Physiologie", publicată pe data de 31 august 1921, a reprezentat adevăratul certificat de naştere al insulinei.

Poate că ar mai trebui menţionat şi faptul că toţi membrii grupului canadian au ştiut de realizările lui Paulescu încă înainte de a-şi publica lucrările din anii 1922 şi 1923. Citarea eronată a tratatelor lui Paulescu, ale căror concluzii clare au fost grotesc deformate, a avut drept consecinţă scoaterea lui din discuţie în 1923, atunci cînd s-a decis acordarea Premiului Nobel pentru medicină. După o jumătate de veac, însă, această acţiune frauduloasă se va întoarce împotriva lor ca un bumerang cu acţiune întîrziată, dar distrugătoare. Din postura lor de „binefăcători ai omenirii", Banting şi Best au trebuit să treacă în rîndul plagiatorilor lipsiţi de scrupule şi de inspiraţie. Spectaculoasa răsturnare de situaţie înregistrată în 1996, la 75 de ani de la descoperirea insulinei, demonstrează încă o dată că adevărul este o valoare imprescriptibilă. El poate fi ascuns sau temporar denaturat, dar niciodată distrus.

O LUME MICĂ

Tradiţional, problemele din ştiinţele vieţii s-au născut ca o consecinţă a celei mai practice dintre preocupări: cum să ne menţinem în viaţă şi sănătoşi. Aşa încît studiul medicinei – de regulă considerată ca o „ştiinţă aplicată" – merge mînă în mînă cu progresele teoretice, adeseori jucînd rolul de catalizator. Iar în prima jumătate a secolului XX, poate mai mult ca oricînd, cercetările cu privire la sănătate au stimulat cercetările în legătură cu cunoaşterea generală.

În ultimul deceniu al secolului al XVIII-lea, Edward Jenner a introdus primul vaccin atunci cînd a venit cu ideea de a inocula un băiat sănătos cu fluid de la o băşică a unei fete bolnave de vaccină, o boală similară cu variola, dar mai uşoară. După care, într-unul dintre cele mai riscante experimente din istoria cercetării medicale, el a expus băiatul la variolă – iar băiatul nu s-a îmbolnăvit. (Dacă premisa lui Jenner ar fi fost incorectă, băiatul ar fi putut să moară. Variola era o boală mortală care în timpul celor mai violente epidemii omora un om din trei în Europa.) Experimentul lui Jenner a funcţionat şi a avut drept rezultat obţinerea primului vaccin eficace, iar Jenner a devenit un erou.

Dar pe atunci nimeni nu ştia exact de ce vaccinul de variolă a funcţionat ori ce anume provoacă această boală sau oricare alta. Cea mai mare parte a medicilor nu putea să trateze decît simptomele, să lase boala să-şi urmeze cursul şi să-i consoleze pe supravieţuitorii celor decedaţi.

În cele din urmă, Pasteur a realizat un mare pas înainte în anii 1860 prin introducerea „teoriei germenilor", care identifica nişte microorganisme ca fiind agenţii care provoacă bolile transmisibile. Iar în 1876 Robert Koch a descoperit germenul – o bacterie numită *Bacillus anthracis* – răspunzător pentru antrax, temuta boală care omorîse cirezi întregi de animale şi adeseori afectase şi fiinţe omeneşti. A

fost prima legătură definitivă făcută între organisme atît de mici încît nu puteau fi văzute decît cu ajutorul microscopului (microorganisme, cum sînt numite adesea) şi boală.

Pînă în ultimul deceniu al secolului al XIX-lea, mai multe bacterii fuseseră identificate şi noi metode de a le anihila sau cel puţin de a controla răspîndirea lor au fost introduse în spitale şi în procedurile chirurgicale. Dar unele boli au rămas fără explicaţie şi păreau mai greu de învins. Turbarea era una dintre ele şi Pasteur a presupus că vinovat era un organism minuscul, atît de mic încît nu putea fi observat nici la microscop. O altă boală care nu a putut fi explicată a fost o maladie care afecta plantele de tutun şi, încă din 1892, s-a sugerat că boala ar fi cauzată de ceva ce putea trece prin cele mai fine filtre.

Aici intră în scenă botanistul olandez Martinus Beijerinck. Beijerinck (1851–1931), fiul unui comerciant de tutun, era pregătit atît în domeniul botanicii, cît şi în cel al chimiei. În 1895 el a încercat un experiment. Storcînd sucul din frunze de tutun infectate de mozaic, el a examinat cu mare atenţie reziduul în căutarea unor bacterii suspecte. N-a găsit nimic. A încercat să obţină o cultură din bacteriile suspecte din suc, dar nu a crescut nimic. Şi totuşi o plantă sănătoasă, atunci cînd era expusă la acţiunea sucului, se infecta cu mozaic. Ce anume provoca infecţia dacă nu era prezentă nici o bacterie? A strecurat sucul printr-un filtru atît de fin încît ar fi reţinut orice bacterie cunoscută. Dar sucul a continuat să infecteze plantele.

Poate că boala era provocată de un fel de toxină. Dar nu, Beijerinck a constatat că putea transmite boala de la o plantă la alta – aşa încît a tras concluzia că, indiferent ce o provoacă, acel ceva trebuie să crească şi să se înmulţească.

În 1898, după numeroase încercări, Beijerinck şi-a publicat observaţiile, anunţînd că mozaicul tutunului era

provocat de un agent de infecţie care nu era de tip bacterial. A denumit agentul virus filtrabil (*virus*, de la cuvîntul latinesc pentru „otravă"). Şi astfel a descoperit o clasă de agenţi de infecţie care ulterior se va dovedi a fi cauza a numeroase boli ale plantelor şi animalelor, inclusiv ale oamenilor, precum febra galbenă, poliomielita, oreionul, varicela, variola, gripa şi răceala obişnuită. A trebuit să mai treacă însă o generaţie pînă cînd biologii au început să înţeleagă structura virusului.

În sfîrşit, în 1935, Wendell Meredith Stanley (1904–1971), un biochimist american, a făcut o mare descoperire. Acţionînd sub impulsul unei intuiţii care-i spunea că virusul mozaicului era de fapt o moleculă de proteină, el a macerat o mulţime de frunze de tutun pe care le infectase cu mozaic şi a folosit metodele de cristalizare obişnuite care funcţionaseră la alte proteine. În cele din urmă a reuşit să obţină un grup de cristale fine în formă de ac. A constatat că, izolîndu-le, capacitatea lor de infectare se potrivea exact cu proprietăţile infective ale virusului.

Aceasta era o informaţie greu de digerat pentru multe persoane: viruşii erau vii, nu-i aşa? Ei se puteau reproduce în interiorul celulelor – unul din criteriile esenţiale pentru a distinge fiinţele vii. Dar Stanley cristalizase ceea ce aparent era un virus în aceeaşi manieră în care oamenii de ştiinţă cristalizau substanţele chimice neînsufleţite. Acest detaliu părea să plaseze viruşii într-un fel de ţinut imaginar, între materia vie şi cea lipsită de viaţă. Era o idee derutantă şi neliniştitoare şi controversa s-a înteţit o dată cu încercările de a include viruşii în una sau alta dintre categorii. Şi încă o dată a fost adusă în discuţie vechea dispută cu privire la ce este şi ce nu este viaţa.

Povestea se derulează mai departe atunci cînd cercetările efectuate în al cincilea deceniu al secolului XX au

arătat că viruşii conţincau atît proteine, cît şi acid nucleic. Curînd a devenit evident că soluţiile de acid nucleic, singure, pot modifica anumite caracteristici fizice ale diferitelor bacterii. Şi pentru prima oară biochimiştii au început să privească acizii nucleici ca pe posibilii purtători ai informaţici genetice, aşa cum va reieşi din Capitolul 7, „Genetica şi ereditatea". Acum cercetările asupra viruşilor şi cele în legătură cu studiul eredităţii au început să se îmbine – o tendinţă care va da multe roade după cel de-al doilea război mondial, în a doua jumătate a secolului XX.

Între timp, în prima jumătate a aceluiaşi secol, cercetătorii şi-au concentrat o mare parte din eforturi asupra înţelegerii modului în care funcţionează microoganismele şi a modalităţilor de anihilare a funcţiilor lor vitale, pentru ca astfel să poată fi învinse bolile pe care le provocau. În acest proces, ei au descoperit o mulţime de lucruri despre funcţiile vitale în general.

PAUL EHRLICH ŞI „GLONŢUL MAGIC"

„Atîta timp cît am un robinet de apă, o flacără şi hîrtie sugativă", declara cîndva Paul Ehrlich, „pot lucra şi într-un şopron". Totuşi, pentru menţinerea unei gîndiri limpezi, se pare că mai avea nevoie şi de cantităţi enorme de apă minerală şi de nenumărate cutii de trabucuri, pe care le fuma neîncetat. De fapt, trabucurile erau atît de necesare proceselor sale mentale, încît ori de cîte ori pleca undeva lua la subsuoară o cutie, ca să fie sigur că nu rămîne fără ele.

Paul Ehrlich (1854–1915) era uneori greu de suportat şi era convins că are întotdeauna dreptate. Le punea la încercare răbdarea asistenţilor săi dîndu-le în fiecare dimineaţă teancuri de cartoane pe care notase instrucţiuni detaliate în legătură cu experienţele zilei respective. Iar abaterile de la instrucţiuni nu erau întîmpinate cu căldură.

Dar Ehrlich reuşea să ducă lucrurile la bun sfîrşit şi, datorită acestei trăsături, îmbinată cu inteligenţa şi intuiţia lui de experimentator, a contribuit imens atît la dezvoltarea ştiinţei, cît şi la sănătatea oamenilor, el fiind fondatorul chimioterapici.

Ca tînăr savant aflat încă la facultatea de medicină a Universităţii din Leipzig, Ehrlich a fost intrigat (ca şi Camillo Golgi şi Robert Koch înaintea lui) de modul în care noii coloranţi anilinici puteau să facă diferitele structuri microscopice mai uşor de examinat. Încă din şcoală el a descoperit mai mulţi coloranţi bacterieni utili şi şi-a scris teza în legătură cu acest subiect. Oricum, nu toată lumea era convinsă că va ajunge departe cu un asemenea subiect. Vizitînd într-o zi şcoala lui Ehrlich, Koch l-a cunoscut pe tînărul entuziast. „Foarte bun în tehnica colorării", s-a pronunţat ulterior Koch, „dar nu-şi va trece *niciodată* examenele." Şi totuşi Ehrlich le-a trecut.

Şi, după ce şi-a obţinut licenţa în medicină în 1878, Ehrlich a descoperit o bună metodă pentru colorarea bacilului de tuberculoză, care constituia domeniul de interes al lui Koch. Această realizare l-a adus din nou în atenţia lui Koch şi cei doi savanţi au lucrat împreună între anii 1882 şi 1886, cînd, din nefericire, Ehrlich s-a îmbolnăvit de o formă uşoară de tuberculoză şi s-a dus în Egipt pentru recuperare.

În 1889, cînd Ehrlich s-a întors, a început să lucreze cu Emil von Behring (1854–1917) şi cu bacteriologul japonez Shibasaburo Kitasato (1856–1931), amîndoi fiind foşti colaboratori ai lui Koch, iar Ehrlich a obţinut un post la Universitatea din Berlin în 1890. Savanţii dobîndeau treptat indicii cu privire la cauzele bolilor şi modul în care funcţionează substanţele naturale din sînge pentru a produce imunitatea naturală. Biologii au început să creadă că poate aceşti

edificatori ai imunităţii naturale ar putea fi o parte a cheii care făcea ca vaccinurile să funcţioneze: vaccinurile furnizau un aliat pentru sistemul imunitar natural al organismului. În acelaşi an, 1899, Kitasato şi Behring şi-au anunţat descoperirea cum că, atunci cînd se injectau animalele cu doze crescînde de toxină de tetanos, prea mici totuşi pentru a fi letale, sîngele animalelor dezvolta substanţe (antitoxine) care neutralizau toxina (sau otrava) produsă de bacilul de tetanos. Ei au mai descoperit că puteau lua partea lichidă (serul) din sîngele unui animal astfel imunizat şi să o folosească pentru imunizarea altor animale. Acest pas simplu putea fi folosit pentru a preveni îmbolnăvirile provocate de ceea ce altfel ar fi fost o doză letală de toxină sau bacterie. (În timp ce lucra cu Koch, în 1889, Kitasato izolase deja bacilul care provoca tetanosul şi un altul care provoca antraxul. Apoi, după întoarcerea în Japonia, în timpul unei epidemii din Hong Kong, în 1894, a reuşit să izoleze agentul care provoca ciuma bubonică.)

Între timp, Behring, Kitasato şi Ehrlich căutau un tratament pentru difterie, o boală mortală care ataca îndeosebi copiii. Ei au observat că acei copii care se îmbolnăveau de difterie şi supravieţuiau păreau să devină imuni faţă de boală, ulterior. După toate aparenţele, în lupta împotriva bolii, organismul copilului îşi construia anticorpi care rămîneau în sînge şi asigurau protecţia împotriva viitoarelor atacuri. Dar riscurile dobîndirii imunităţii în acest fel erau prea mari. Cei trei bacteriologi au folosit aceleaşi metode ca în cazul tetanosului, Ehrlich lucrînd la aspectele tehnice în legătură cu dozajele şi tehnicile de tratament. Ei au testat noua lor toxină antidifterică în timpul epidemiei de difterie din 1892 şi aceasta a funcţionat. Pentru respectiva realizare, Behring, care propusese ideea, a primit premiul Nobel pentru fiziologie sau medicină în 1901.

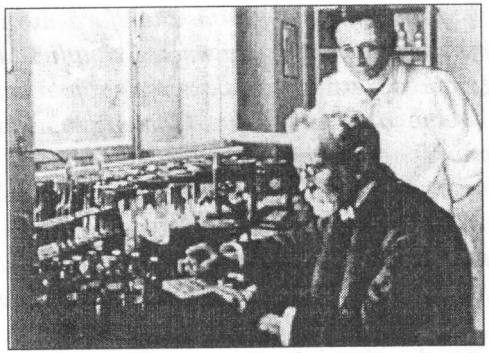
După succesul cu difteria, Ehrlich s-a certat cu Behring, iar Kitasato s-a întors în Japonia. Aşa încît Ehrlich a pornit la drum de unul singur. Impresionat de succesul antitoxinei difterice, guvernul german a înfiinţat un institut pentru cercetări în domeniul serologiei şi l-a numit pe Ehrlich director. Ehrlich nu numai că excela în latura experimentală a cercetării, concepînd metode şi intrumente ingenioase pentru testarea ipotezelor şi inventînd tehnici utile de laborator, dar el nu s-a mulţumit niciodată doar să găsească un anumit tratament. El voia să ştie *cum* atacă toxina de difterie şi cum acţionează antitoxina pentru a împiedica toxina să afecteze celulele organismului. Revenind la pasiunea sa din tinereţe pentru tehnicile de colorare, el s-a gîndit la faptul că valoarea unui colorant constă în capacitatea acestuia de a evidenţia o structură celulară sau de a colora bacteria astfel încît să poată fi observată pe fondul înconjurător incolor. Trebuia să existe o explicaţie chimică pentru acest fenomen. De bună seamă că substanţa colorantă se combina cu o altă substanţă din componenţa bacteriei, de obicei cu rezultatul că omora bacteria. Poate că acest amănunt putea fi folosit pentru lupta împotriva bacteriei. De fapt, poate că putea fi găsită o substanţă care să coloreze – şi deci să ucidă – bacteria dăunătoare, fără să afecteze celulele normale ale organismului. Poate că putea fi creat un „glonţ magic" a cărui ţintă să fie bacteria care atacă gazda – căutînd paraziţii şi distrugîndu-i. Astfel s-a născut domeniul chimioterapiei.

Ehrlich a început să caute substanţele care ar putea să coloreze şi să omoare ţinte specifice şi a găsit una, denumită roşu tripan, constatînd că poate fi folosită pentru distrugerea tripanozomelor, un gen de protozoare (animale unicelulare) care provoacă mai multe boli grave, printre care şi boala somnului.

El a început să suspecteze că atomii de azot din roşul tripan erau cheia interferenţei sale cu metabolismul parazitului şi s-a gîndit să încerce diferite combinaţii cu arsenicul pentru a vedea ce alte „gloanţe magice" ar putea să descopere. Arsenicul are multe proprietăţi comune cu azotul, dar este cu mult mai toxic, aşa încît această direcţie de abordare părea promiţătoare. El i-a pus pe toţi cei ce lucrau în laboratorul său să încerce toţi compuşii organici care conţineau arsenic – fie naturali, fie sintetizaţi – la care se puteau gîndi. Au fost încercaţi sute de asemenea compuşi. Pînă în 1907 s-a ajuns la 606; cercetătorii le-au încercat pe tripanozome, fără prea mult succes, le-au dat la o parte alături de celelalte şi au mers mai departe.

Ehrlich a primit în 1908 premiul Nobel pentru fiziologie sau medicină, pe care l-a împărţit cu bacteriologul rus Ilia Ilici Mecinikov (care locuia la Paris la vremea respectivă) pentru rezultatele obţinute în studiul imunităţii. Dar, de fapt, cea mai mare contribuţie a lui Ehrlich abia avea să vină.

În anul următor, unul dintre colaboratorii săi, Sukehachiro Hata, analiza tehnicile folosite pentru testarea eficienţei compuşilor de arsenic şi, din întîmplare, a folosit numărul 606. Spre uimirea tuturor, deşi 606 nu avusese nici un efect deosebit asupra tripanozomei, el a descoperit că provoca efecte considerabile asupra spirocheţilor care produceau sifilisul. Incitat de raportul colaboratorului său, Ehrlich l-a confirmat, a numit medicamentul „salvarsan" şi a anunţat descoperirea în 1910. Fusese descoperit „glonţul magic" care controla una dintre cele mai distructive boli ale lumii, o boală care era ţinută adesea secretă deoarece se răspîndea prin contact sexual. Victimelor le provoca sterilitatea şi, în final, ducea la paralizie, nebunie şi moarte. Ehrlich a distribuit circa 65 000 de unităţi medicilor din lumea întreagă, gratuit, considerînd că eradicarea bolii era mai importantă decît orice



Paul Ehrlich şi asociatul său Sukehachiro Hata lucrînd în laborator (Parke-Davis, Division of Warner-Lambert Company)

venit ar fi putut obţine din utilizarea medicamentului. Descoperirea salvarsanului, cunoscut azi sub numele de arsfenamină, a marcat începutul chimioterapiei moderne, producţia de medicamente care acţionează, de fapt, ca nişte anticorpi sintetici care vor căuta şi vor distruge microorganismele invadatoare fără să vatăme gazda.

Ehrlich spunea adesea că crede cu fermitate în cei patru mari „G" ai succesului: *Geduld, Geschick, Geld, Glück* (răbdare, abilitate, bani şi noroc). Dar cînd a fost felicitat pentru descoperirea medicamentului cu numărul 606, el a spus simplu: „După şapte ani de ghinioane, am avut o clipă de noroc".

Această remarcă subestimează cantitatea enormă de muncă implicată – căci Ehrlich nu era doar un coordonator sever şi exigent, ci şi un împătimit al muncii. În perioada dintre 1877 şi 1914, Ehrlich a publicat 232 articole şi cărţi. În plus, activitatea experimentală în sine era extrem de laborioasă, aşa după cum explica secretara lui, Marthe Marquart:

Nici o persoană venită din afară nu-şi poate da seama de cantitatea de muncă implicată în acele lungi ore de experienţe care trebuiau repetate iar şi iar vreme de luni în şir. Oamenii vorbesc adesea despre 606 ca despre experimentul numărul 606. Este incorect, căci 606 este numărul substanţei cu care, la fel ca şi cu toate cele precedente, s-au făcut experienţe foarte numeroase. Cantitatea de muncă presupusă de toate acestea depăşeşte imaginaţia.

Tehnicile din chimioterapie puse la punct de către Paul Ehrlich au continuat să dea roade pînă în prezent, iar tratamentele pe care el şi colaboratorii lui le-au descoperit pentru boala somnului şi sifilis au constituit cea mai bună apărare împotriva acestor boli pînă în deceniul al patrulea al secolului XX, cînd alte două mari descoperiri au completat arsenalul savanţilor în lupta împotriva bolilor.

SULFAMIDA, „MEDICAMENTUL MINUNE", ŞI PENICILINA

Pe la mijlocul anilor treizeci ai secolului XX, laboratoarele din lumea întreagă căutau coloranţi sau alte substanţe chimice care puteau ataca infecţiile bacteriene şi mai eficient, iar companiile farmaceutice particulare şi-au organizat propriile laboratoare experimentale pentru a vedea dacă pot cîştiga competiţia. În Germania, Gerhard Domagk (1895–1954) a devenit directorul unui asemenea laborator pentru I.G. Farben Company, unde el şi colegii lui au început să lucreze asupra unei puternice bacterii streptococice care provoca otrăvirea sîngelui. Domagk a iniţiat un ansamblu de teste sistematice pe mai mulţi coloranţi sintetici noi şi, în 1932, a descoperit unul (un colorant roşu-portocaliu denumit Prontosil) care vindeca infecţiile streptococice induse

experimental la şoareci. A fost o veste incitantă, căci acest tip de bacterie era mai mică şi mai rezistentă la atacuri decît fusese spirocheta de sifilis a lui Ehrlich.

Chiar înainte ca Domagk să aibă şansa să-şi testeze descoperirea pe subiecţi umani, un medic a apelat la el pentru a ajuta un copil care murea ca urmare a otrăvirii stafilococice a sîngelui. La data aceea Prontosilul nu fusese testat decît pe infecţii streptococice, nu şi pe cele stafilococice. Dar medicul l-a convins pe Domagk să-i dea voie să-l încerce, fiindcă, oricum, nimic altceva nu putea salva viaţa băieţelului. La patru zile după ce copilul a primit doza de Prontosil, temperatura i-a scăzut şi în trei săptămîni s-a restabilit complet. Însăşi fiica lui Domagk, Hildegard, a fost vindecată de o infecţie streptococică în februarie 1935, iar medicamentul a căpătat o celebritate mondială atunci cînd a salvat viaţa lui Franklin D. Roosevelt, Jr., fiul preşedintelui Statelor Unite, care suferise şi el de o infecţie periculoasă.

Ingredientul activ din Prontosilul lui Domagk, după cum s-a dovedit, era sulfanil-amida, şi în scurt timp aveau să fie descoperiţi numeroşi alţi compuşi organici înrudiţi – cunoscuţi ca medicamente sulfamidice – care s-au dovedit extrem de eficienţi împotriva infecţiilor provocate de streptococi, gonococi (cauza bolii venerice gonoreea), meningococi (cauza meningitei) şi unele tipuri de pneumococi, stafilococi, brucella şi clostridium.

René Jules Dubos (1901-1982), un bacteriolog american care a avut o carieră lungă şi productivă, a demonstrat încă de la începutul activităţii sale că substanţele naturale produse de microorganisme pot servi şi ca antibacteriene. În 1939, Dubos a derivat nişte substanţe din bacteriile din sol care se dovediseră eficiente împotriva pneumococilor. Descoperirea a condus rapid la o reexaminare a unui eveniment care avusese loc în 1928, o descoperire făcută la

Departamentul pentru Inoculări de la Spitalul St. Mary din Londra de către bacteriologul Alexander Fleming.

Dacă Fleming (1881–1955) ar fi fost un experimentator mai organizat şi un savant cu un spirit de observaţie mai puţin dezvoltat, poate că lumea nu s-ar fi bucurat acum de binefacerile unuia dintre cei mai puternici agenţi de luptă împotriva bolilor descoperiţi vreodată. Într-o zi a anului 1928, după ce se întorsese din vacanţă, tocmai curăţa un lot de culturi bacteriene pe care le lăsase într-un colţ al laboratorului. Dar în timp ce le aşeza pe toate într-o baie de dezinfectant pentru a distruge culturile şi a pregăti vasele pentru refolosire, a observat din întîmplare ceva ciudat cu privire la una dintre ele şi a scos-o rapid din grămada din chiuvetă.

Ceea ce-i atrăsese atenţia fusese un mucegai neobişnuit care crescuse într-o regiune a vasului pentru cultură, înconjurată de colonii galbene de stafilococi. Spori de toate felurile umpleau aerul cald de vară din vechiul laborator în care lucra şi de aceea prezenţa mucegaiului nu fusese frapantă în sine. Frapant era faptul că toate bacteriile de pe un arc de 2,5 cm din jurul mucegaiului erau complet decolorate şi translucide. Pentru ochiul experimentat al bacteriologului era evident că ceva omorîse stafilococii care înconjuraseră mucegaiul. Fleming şi-a dat seama că descoperise ceva. A făcut o fotografie, a prelevat o parte din mucegai pentru a-i permite să se reproducă şi a păstrat vasul. A crescut mostre de mucegai şi le-a trimis la alte laboratoare. Iar el şi colegii lui le-au studiat.

Mucegaiul era *Pencillium notatum* şi producea o substanţă despre care Fleming a descoperit că acţiona ca un bun antiseptic pentru eprubete şi lamelele pentru culturi şi era util pentru a purifica varietăţile de bacterii. El şi asistenţii săi din laborator au descoperit că penicilina era

eficace împotriva germenilor care provocau scarlatina, pneumonia, gonoreea, meningita şi difteria, dar nu au reuşit să o purifice îndeajuns pentru a-i testa utilitatea ca medicament. Şi astfel, exceptînd utilizările din laborator, mucegaiul lui Fleming a rămas pe raft timp de zece ani.

Apoi, în 1938, doi bacteriologi din capete opuse ale lumii – Ernst Chain (1906–1979), un emigrant evreu care fugise din Germania nazistă, şi Howard Florey (1898–1968), din Australia – s-au întîlnit la Universitatea Oxford din Anglia şi au dat peste penicilină în timp ce făceau o analiză a întregii literaturi ştiinţifice privind agenţii antibacterieni. Ei au descoperit că o varietate a mucegaiului (descendent al uneia din mostrele trimise de Fleming) exista chiar în laboratorul lor şi cei doi s-au pus imediat pe treabă. Împreună cu colaboratorii lor de la Oxford, Florey şi Chain au găsit o metodă de producere în masă a penicilinei, astfel încît au avut o cantitate suficientă pentru a o testa pe pacienţi umani. O dată cu începerea celui de-al doilea război mondial, devenea şi mai presantă definitivarea muncii lor pentru ca noul antibacterian să devină disponibil, iar activitatea a fost transferată în laboratoarele din Statele Unite.

Varietatea de mucegai de penicilină a lui Fleming nu a mai fost găsită niciodată crescînd în afara laboratoarelor, deşi un mucegai similar (varietatea care este folosită acum) a fost în cele din urmă descoperit în Illinois, în 1943, după căutări intense. Aşa încît, dacă n-ar fi fost iuţeala de mînă şi spiritul de observaţie al lui Fleming, e posibil ca penicilina să se fi dus pe apa sîmbetei în ziua aceea, în laboratorul lui. În loc de asta, mii de soldaţi au fost salvaţi de la moartea pe care le-ar fi provocat-o infecţiile căpătate în timpul războiului, iar de atunci, boli precum scarlatina şi difteria şi-au pierdut aproape complet capacitatea de a pune grav în pericol viaţa. În decembrie 1945, Fleming, Florey şi Chain

au primit pentru premiul Nobel pentru fiziologie sau medicină, pentru realizarea lor.

O dată cu descoperirea penicilinei, laboratoarele din lumea întreagă au fost stimulate să caute ciuperci pentru alte antibiotice. Astfel au fost găsite tratamente pentru meningită şi pentru tifos. Iar Selman Waksman, care a lucrat pentru un fabricant de produse farmaceutice particular şi a predat la Universitatea Rutgers, a descoperit în 1943 streptomicina, produsă de un mucegai descoperit de unul dintre studenţii săi într-un pui de găină. A fost primul antibiotic (cuvînt inventat de Waksman) descoperit care anihila în totalitate bacilul tuberculozei. Multe alte medicamente slăbeau bacilul, dar streptomicina a fost primul care l-a omorît. Printr-o decizie neobişnuită, firma unde lucra Waksman, Merck and Company, a decis să facă noul medicament disponibil fără să-l patenteze, considerînd că are o importanţă umanitară atît de mare încît trebuia fabricat şi distribuit în toată lumea.

Rezultatele tuturor acestor descoperiri importante au fost spectaculoase. Mortalitatea provocată de pneumonie şi gripă a scăzut în Statele Unite cu 47% între anii 1945 şi 1955, în vreme ce mortalitatea provocată de sifilis a scăzut cu 78%. Chiar dacă nu toţi copiii au fost vaccinaţi împotriva difteriei pînă la data aceea, mortalitatea datorată acestei boli a scăzut cu 92%. Medicamentele pe bază de penicilină şi alte zeci de antibiotice devenite curînd disponibile au făcut ca decesele provocate de infecţii să fie extrem de rare, acolo unde aceste resurse erau disponibile – în situaţia în care infecţiile constituiau cauza principală a deceselor înainte de începutul secolului XX.

O PROBLEMĂ DE REGIM ALIMENTAR

În ultima jumătate a secolului al XIX-lea, teoria microbiană a lui Pasteur şi, mai tîrziu, descoperirea viruşilor ca agenţi ai bolilor captivaseră imaginaţia majorităţii celor angajaţi în problemele sănătăţii publice. Dar un alt factor esenţial a început să reiasă din studii şi observaţii. Încă din secolul al XVIII-lea, crizele de scorbut printre exploratorii aflaţi pe corăbii fuseseră eradicate aproape în întregime prin introducerea sucului de lămîie în regimul alimentar al marinarilor britanici. Boala părea că ar mai putea fi provocată şi atunci cînd anumite substanţe necesare lipseau din alimentaţia organismului. În domeniul medicinei, interesul s-a concentrat pe dieta organismului omenesc.

În decursul secolului al XIX-lea, s-a descoperit că proteina juca un rol important în dietă şi s-a făcut o distincţie între proteinele „complete", care puteau susţine viaţa atunci cînd erau prezente în dietă, şi proteinele „incomplete", care nu reuşeau acest lucru. Dar nimeni nu ştia exact care era diferenţa dintre ele. Pe la 1820, oamenii de ştiinţă izolaseră o substanţă numită glicină, o moleculă simplă prezentă în molecula complexă de gelatină (o proteină). Glicina aparţinea unei clase de compuşi numiţi aminoacizi, care constituie o componentă esenţială a proteinelor. În scurt timp au fost descoperite şi alte molecule de aminoacizi în proteine şi prin anul 1900 a fost determinată o duzină de „cărămizi constituente" aminoacidice.

Un biochimist englez, Frederick Gowland Hopkins (1861–1947) a fost primul care a demonstrat că nu toate proteinele conţin toţi aminoacizii şi că unii aminoacizi sînt esenţiali pentru viaţă, în vreme ce alţii nu sînt. În 1900 el a descoperit o proteină izolată din porumb care nu conţinea

nici o urmă din aminoacidul triptofan, iar această proteină, numită zeină, nu putea susţine viaţa. Pe urmă a adăugat triptofan la soluţia de zeină şi, uluitor, acum zeina putea susţine viaţa. La începutul secolului XX, alte experimente au demonstrat că, în vreme ce organismul poate fabrica anumiţi aminoacizi, alţii, cunoscuţi ca „aminoacizi esenţiali", trebuia furnizaţi prin intermediul nutriţiei. Fără ei se ajungea la boală şi, în cele din urmă, la moarte.

Aşa încît dieta – nu doar microbii biruitori – era importantă pentru sănătate. Dar fără doar şi poate că aminoacizii nu constituiau răspunsul integral. Ce se întîmpla cu scorbutul? Sucul de lămîie rezolva problema, dar de ce? Nici una din componentele cunoscute ale sucului de lămîie nu ar fi putut avea un asemenea efect. Lichidul acela acru trebuia să conţină ceva necunoscut, în cantităţi foarte mici, sub formă de „urme".

Hopkins şi Casimir Funk (1846–1967), din Polonia, au sugerat că scorbutul, împreună cu cîteva alte boli, printre care beri-beri, rahitismul şi pelagra, erau cauzate de deficienţe alimentare, respectiv de absenţa a ceea ce ei au numit „factori alimentari suplimentari", sau *vitamine,* aşa cum le-a denumit Funk în 1912.

Primii treizeci de ani ai secolului au cunoscut progrese uluitoare în lupta împotriva bolilor pe baza acestei „ipoteze a vitaminelor", iar în 1915, Joseph Goldberger (1874–1929), un medic austriaco-american, a întrebuinţat-o pentru rezolvarea problemei pelagrei.

Goldberger, adolescent foarte inteligent, a intrat la Colegiul New York City la vîrsta de 16 ani pentru a studia ingineria. Dar curînd l-a fascinat medicina, a schimbat aria de studii şi a devenit medic. După circa doi ani de practică

particulară, pe care o găsea puţin cam plictisitoare, a trecut cu brio examenele pentru Marine Hospital Service şi s-a angajat în Serviciul Public de Sănătate ca „vînător de microbi", luptînd împotriva unor boli ca febra galbenă, friguri le tropicale infecţioase, tifosul, febra tifoidă şi alte boli infecţioase pe tot teritoriul Statelor Unite. În 1914, el a fost chemat să rezolve problema pelagrei, o boală care afecta de două secole oamenii din America de Sud şi care, de curînd, devenise epidemică. Boală urîtă, pelagra făcea pielea să se umfle, să se înroşească şi să facă crustă, provoca diaree şi, în final, nebunia. Toată lumea presupunea că un germene infecţios constituia cauza, dar nimeni nu reuşise să-l descopere. Uneori copiii, în special cei din orfelinate, păreau pur şi simplu „să se însănătoşească" pe măsură ce creşteau.

Goldberger a ales ca metodă de rezolvare a problemei observarea. Fără să organizeze laboratoare sau să ia cu el un microscop, a observat şi a ascultat. Pelagra făcea ra-

„Vînătorii de microbi" luptînd împotriva febrei galbene
(Parke-Davis, Division of Warner-Lambert Company)

vagii îndeosebi în orfelinate şi în aziluri, dar personalul de îngrijire nu părea niciodată afectat de boală. Dacă ar fi o boală infecţioasă, s-a gîndit Goldberger, de ce nu se contaminează şi membrii personalului? În jurnalul pe care-l ţinea, a scris: „Deşi infirmierele şi îngrijitorii par să primească aceeaşi hrană, există totuşi o diferenţă în aceea că infirmierele au privilegiul – pe care îl şi valorifică – de a alege pentru ele ceea ce este mai bun şi de cea mai mare diversitate". Prin urmare, a tras el concluzia, pelagra este o problemă de regim alimentar.

Atunci de ce boala devenea epidemică? După ce a discutat cu zeci de medici, Goldberger şi-a dat seama că situaţia economică dificilă făcuse ca, în multe zone din America de Sud, regimul alimentar să ajungă şi mai sărac ca de obicei. În urma cercetărilor sale, Goldberger a putut să demonstreze că pelagra era provocată de absenţa din alimentaţie a unei anumite vitamine. Majoritatea lucrătorilor agricoli se hrăneau cu pîine şi melasă, un regim alimentar lipsit de carne sau orice altă sursă pentru ceea ce ulterior, în 1937, s-a descoperit a fi factorul lipsă: niacina sau vitamina B_2. Copiii din orfelinate care se vindecau spontan erau aceia care ajunseseră la vîrsta la care puteau să muncească, ajungînd astfel să mănînce şi carne. Mai tîrziu Goldberger a făcut experienţe de inducere a pelagrei la cîini, pentru a descoperi în 1923 că pelagra putea fi prevenită cu doze de drojdie de bere.

În cele din urmă s-a descoperit că deficienţele de vitamine erau cauza bolilor beri-beri (vitamina B_1), pelagra (vitamina B_2), scorbut (vitamina C), rahitism (vitamina D) şi a anumitor probleme de vedere şi orbire de noapte (vitamina A). În consecinţă, în al cincilea deceniu al secolului

Joseph Goldberger în căutarea cauzei pelagrei
(Park-Davis, Division of Warner-Lambert Company)

XX, aceste boli au încetat să mai reprezinte probleme grave din punct de vedere medical, aşa cum se întîmplase în trecut.

În general, perioada cuprinsă între anii 1895 şi 1945 a fost una în care microbiologia şi biochimia, pornind de la fundamentele trasate de Pasteur, Koch şi alţii, au înflorit spectaculos, dezvăluind nenumărate secrete despre cum funcţioncază viaţa şi care sînt procesele ei, asigurînd totodată condiţiile pentru numeroase descoperiri importante în ştiinţele medicale. Aceste abordări vor juca un rol important şi în studiul eredităţii, aşa cum se va arăta în capitolul următor – iar domeniile biochimiei şi microbiologiei, care s-au dezvoltat atît de spectaculos în prima jumătate a secolului, au rămas şi astăzi în fruntea activităţii de cercetare în ştiinţele vieţii.

O NOUĂ CONCENTRARE ASUPRA MINUSCULULUI: MICROSCOPUL ELECTRONIC

În secolul al XVII-lea, Anthony van Leeuwenhoek, un negustor de textile din oraşul olandez Delft, i-a uluit pe mai-marii ştiinţei de la Royal Society din Londra cu relatările sale despre creaturi – „animalcule", cum le-a denumit el – atît de minuscule încît nimeni nu le văzuse vreodată cu ochiul liber. Folosind microscoape rudimentare pe care le construise singur pentru examinarea firelor textile, el a avut ideea de a se studia cu ajutorul lor picăturile de apă şi depunerile de pe dinţii săi şi, spre marea surprindere a tuturor, lumea pe care a văzut-o astfel forfotea de creaturi minuscule. Din momentul acela, lumea dimensiunilor minuscule a oferit un bogat teritoriu de explorare pentru cercetătorii din domeniul ştiinţelor vieţii şi, pe măsură ce instrumentele pentru observarea structurilor minuscule s-au dezvoltat, cunoştinţele s-au extins spectaculos.

În deceniul al patrulea al secolului XX, un nou tip de microscop a fost folosit pentru prima oară şi s-a dovedit a avea un potenţial uriaş pentru sondarea misterelor lumii vii: microscopul electronic. Spre deosebire de microscoapele lui van Leeuwenhoek şi numeroasele microscoape optice care le-au urmat, microscopul electronic trimite un fascicul de electroni asupra obiectului studiat în locul unui fascicul de lumină. Aceşti electroni sînt dirijaţi spre specimen de nişte magneţi care deviază fasciculul electronic, jucînd acelaşi rol ca şi lentilele de sticlă dintr-un microscop optic. În final, în tipul cunoscut sub denumirea de microscop electronic cu transmisie, fasciculul trece prin specimen – cam în acelaşi manieră în care razele X trec prin ţesuturile

moi – şi este proiectat pe un ecran de afişare sau pe o placă fotografică. Ariile mai dense ale specimenului lasă mai puţini electroni să treacă, în vreme ce ariile mai puţin dense lasă să treacă mai mulţi electroni. Mai există şi microscopul electronic de scanare (de reflexie), în care fasciculul este reflectat de specimen.

În vreme ce cele mai bune microscoape optice pot mări doar pînă la de 2000 de ori dimensiunile reale, un microscop electronic din deceniile patru şi cinci ale secolului XX putea atinge măriri de 250 000 pînă la de 300 000 de ori. În scurt timp, biologii s-au gîndit să folosească noul microscop electronic pentru a studia ciudata creatură numită bacteriofag (un virus ce se hrăneşte cu bacterii, care a dezvăluit informaţii interesante despre fiziologia ambelor organisme), iar în 1940, mai mulţi cercetători din Germania au făcut public primul studiu electronic al acestor viruşi. Lucrarea lor a arătat că particulele infecţioase se ataşau de partea exterioară a peretelui celular al bacteriei, o informaţie uluitoare despre modul de operare al acestei creaturi. În 1942, Salvador Edward Luria, un microbiolog italo-american, a realizat prima foto-micrografie electronică reuşită a unui bacteriofag. Iar în 1945, citologul belgiano-american Albert Claude (1898–1983) a făcut muncă de pionierat în utilizarea microscopului electronic în studiul structurii celulare. În anul acela el a studiat prima imagine detaliată a anatomiei celulei, dezvăluind structuri la o scară mult mai mică decît ar fi fost de imaginat cu numai zece ani în urmă.

În anii care au urmat, microscopul electronic va ajunge să joace un rol din ce în ce mai important în descoperirea naturii celulelor şi a părţilor lor componente.

CAPITOLUL 7

URMĂRIND CĂILE GENETICII ŞI EREDITĂŢII

Ştiinţele vieţii de la începutul secolului XX au moştenit două mari idei din secolul al XIX-lea: evoluţia şi genetica. Pentru prima, „vîrful de lance" l-a reprezentat lucrarea lui Charles Darwin *Originea speciilor*, care a generat un mare interes şi o controversă considerabilă în 1859, cînd a fost publicată. În mod firesc, ea a mai pus în discuţie şi probleme precum: „Cum se transmit caracteristicile de la o generaţie la alta?" „Care este mecanismul prin care operează ereditatea?" Secolul XX va cunoaşte o uriaşă creştere a interesului pentru toate aspectele acestor probleme. Între timp, unele răspunsuri se năşteau încet într-o mănăstire augustină din Austria. Această activitate, desfăşurată de călugărul Gregor Mendel, a fost aproape în întregime trecută cu vederea pînă cînd a fost redescoperită la începutul secolului XX.

GREGOR MENDEL

Ca fiu al unor ţărani, Gregor Mendel (1822–1884) îngrijea pomii fructiferi pentru moşierul din partea locului.

Este posibil ca această ocupaţie să-i fi dat primul imbold spre botanică. Mai tîrziu, pentru a-şi cîştiga traiul, a făcut pe tutorele şi în cele din urmă, în 1843, s-a călugărit şi a intrat în mănăstirea augustină din Brünn, Moravia, la vîrsta de 21 de ani. Dat fiind că din rîndurile augustinienilor se alegeau învăţătorii pentru şcolile din Austria, aceştia l-au trimis la Universitatea din Viena în 1851 pentru a se pregăti în matematică şi ştiinţă. Se pare că Mendel a fost un tînăr sensibil; a pierdut examenele de trei ori şi a avut o cădere nervoasă, dar în cele din urmă şi-a definitivat pregătirea şi a devenit învăţător în 1854.

La scurtă vreme după terminarea studiilor universitare, Mendel s-a dedicat unui proiect pe care l-a considerat întotdeauna o ocupaţie secundară, dar pe care l-a urmat cu aceeaşi pasiune pentru detalii şi experienţe ca oricare alt om de ştiinţă. El a conferit experimentelor sale o neobişnuită combinaţie de talente în creşterea plantelor şi matematică – domenii de care nimeni altcineva la vremea aceea nu le considera că ar putea fi înrudite. Şi s-a angajat într-un proiect uluitor, unul care a absorbit o imensă energie vreme de ani de zile, din acelaşi motiv care îi animă pe majoritatea oamenilor de ştiinţă: curiozitatea neobosită.

Totul a început astfel: La scurtă vreme după intrarea în mănăstire, Mendel a început să încerce să obţină diferite culori la anumite soiuri de flori. Acest gen de activitate nu era deloc neobişnuit. Crescătorii de plante şi de animale se ocupau de secole cu controlarea rezultatul încrucişărilor pe care le făceau. În acest proces, Mendel a dobîndit experienţă în fertilizarea artificială a plantelor şi a mai observat totodată ceva neobişnuit în legătură cu rezultatele sale. Cînd încrucişa anumite specii, ca regulă generală, obţinea aceiaşi

Gregor Mendel'(National Library of Medicine)

hibrizi. Dar cînd încrucişa plantele hibride pe care le obţinuse (ai căror părinţi aveau trăsături contrastante), descendenţii lor aveau uneori caracteristici foarte ciudate. Acest lucru l-a nedumerit pe Mendel şi l-a determinat să încerce găsirea unei explicaţii.

Desigur, Mendel nu a fost primul care a observat acest fenomen. Dar nimeni pînă la el nu numărase descendenţii care prezentau forme diferite şi nici nu încercase să-i clasifice. După cum nimeni nu încercase să urmărească în timp generaţiile şi nici să facă un studiu statistic al acestora. Dar pentru mintea de matematician a lui Mendel aceasta a părut o abordare logică a problemei.

A început prin a elabora un plan. Şi-a dat seama că va trebui să crească multe generaţii din multe specii de plante pentru a obţine genul de informaţii statistice de care avea nevoie. Altfel, folosind doar cîteva plante, n-ar fi dispus de o eşantionare suficient de reprezentativă şi ar fi putut să obţină rezultate înşelătoare. Aşa cum avea să explice

într-unul din articolele sale: „A fost nevoie într-adevăr de un anume curaj pentru efectuarea unor activităţi atît de îndrăzneţe. Totuşi, aceasta pare să fie singura cale prin care putem ajunge la soluţia unei probleme de mare importanţă în evoluţia formelor organice".

Din 1856 pînă în 1864, el a crescut mazăre în grădina mănăstirii, urmărind şi înregistrînd cu atenţie evoluţia caracteristicilor de la o generaţie la alta. Acolo, acest modest călugăr augustin a devenit primul om care a formulat principiile cardinale ale eredităţii. El a desfăşurat experimente meticuloase în hibridizare, examinînd cu atenţie şi înregistrînd detalii despre mii de plante – cele mai bine cunoscute observaţii ale sale fiind făcute cu mazărea.

A folosit mazărea pentru că, de-a lungul timpului, grădinarii obţinuseră soiuri pure: mazărea pitică, din care întotdeauna rezulta mazăre pitică, şi mazărea înaltă din care întotdeauna creştea mazăre înaltă. Iar mazărea, deşi se putea auto-fertiliza, putea fi fertilizată şi încrucişat. Aceasta a înlesnit unele experienţe interesante. Mendel a ales pentru observaţie şapte perechi de caracteristici care erau uşor identificabile şi vădit contrastante, cum ar fi plantele înalte şi plantele pitice, seminţele netede şi seminţele zbîrcite, cotiledoanele (primul strat embrionic al plantei apărut dintr-o sămînţă care încolţeşte) verzi şi galbene, tecile umflate şi tecile contractate, tecile galbene şi tecile verzi, şi aşa mai departe. Mendel încrucişa o plantă avînd una dintre aceste caracteristici cu o alta care avea o caracteristică contrastantă. Pentru asta, mai întîi îndepărta staminele de la floare pentru a împiedica auto-fertilizarea. Apoi plasa pe stigma florii o cantitate mică de polen de la planta cu caracteristica contrastantă. În continuare, învelea floarea

pentru a împiedica orice altă fertilizare făcută de vînt sau de insecte. De la planta fertilizată încrucişat preleva seminţele, le cataloga şi le planta din nou pentru a observa ce caracteristici vor apărea. Mai tîrziu a încercat să fertilizeze aceşti hibrizi între ei, încrucişat, neuitînd să înregistreze şi să noteze caracteristicile descendenţilor. A repetat de mai multe ori experimentele.

El a constatat astfel că dacă încrucişa plante înalte pure cu plante pitice pure, hibrizii rezultaţi erau cu toţii înalţi. Arătau exact la fel ca plantele obţinute din două plante înalte. Nu conta dacă plantele înalte sau pitice furnizau germenii femelă sau mascul. Rezultatele erau mereu aceleaşi. Mendel a denumit trăsătura care apărea, în acest caz *înaltă*, caracteristica „dominantă". Trăsătura care nu apărea în prima generaţie de hibrizi, în acest caz *scundă*, a denumit-o „recesivă". În continuare a încrucişat două din plantele hibride (amîndouă păreau înalte, dar aveau cîte un părinte pitic). A efectuat cîteva sute de asemenea încrucişări şi a constatat că au rezultat unele plante înalte şi unele plante pitice. Le-a numărat şi a calculat raportul. Erau 787 plante înalte şi 277 pitice – aproximativ de trei ori mai multe plante înalte decît pitice (3:1).

Rezultatele sale au putut fi sistematizate într-un tabel:

	înalt	scund
înalt	înalt-înalt	înalt-scund
scund	înalt-scund	scund-scund

Mendel a găsit o distribuţie statistică identică (plus sau minus cîteva zecimi de procentaj nesemnificative) pentru toate cele şapte trăsături pe care le-a studiat. Bineînţeles,

el se concentrase asupra caracteristicilor simple, care aveau doar două forme alternative. Procedînd astfel, a putut să perceapă cu uşurinţă „tiparul" produs atunci cînd a urmărit modul în care trăsăturile părinţilor se transmiteau la descendenţi. A rezultat recunoaşterea faptului că, deşi indivizii prezintă multe diferenţe la suprafaţă, în spatele acelei aparenţe există diferenţe mult mai complexe. „Se poate vedea", conchidea ulterior Mendel, „cît de necugetat ar fi ca, pe baza asemănărilor externe, să tragi nişte concluzii în legătură cu natura lor internă." Cel puţin necugetat – fără un control atent, fără un mare număr de descendenţi, o analiză statistică şi o mare doză de prudenţă.

Mendel nu s-a oprit la prima generaţie de hibrizi (aceia ai căror părinţi difereau în privinţa caracteristicii testate); el a continuat unele experimente pînă la a cincea sau a şasea generaţie. Generaţiile ulterioare produceau raporturi diferite, dar întotdeauna coerente. El a mai încercat să testeze mai multe caracteristici deodată şi, în urma unei activităţi experimentale extinse, a ajuns la concluziile care de atunci sînt cunoscute ca cele două principii mendeliene: principiul segregării şi principiul grupării independente.

Potrivit principiului segregării, în organismele care se reproduc pe cale sexuală (inclusiv plantele), două unităţi ereditare controlează fiecare caracteristică. Totuşi, cînd se formează celulele reproductive, cele două unităţi ajung separate (segregate) una faţă de cealaltă, astfel încît descendentul primeşte cîte o unitate pentru fiecare caracteristică de la fiecare părinte. Activitatea lui Mendel a dat prima indicaţie cu privire la faptul că ereditatea poate fi transmisă astfel prin intermediul unor unităţi discrete (ceea ce se şi întîmplă), şi nu amestecat.

Conform principiului grupării independente, atunci cînd se formează celulele reproductive, distribuţia unităţilor ereditare pentru fiecare caracteristică nu interferează cu distribuţia altor caracteristici. De exemplu, el a constatat că poate produce plante de mazăre fie înalte, fie pitice cu boabe zbîrcite, la fel cum putea obţine plante înalte sau pitice cu boabe netede.

Desigur, trebuie să admitem că, în obţinerea unei imagini atît de clare şi ordonate, Mendel a fost ajutat şi de un dram de noroc. Caracteristicile plantelor de mazăre alese de el pentru analiză aveau variaţii distincte, discontinue pentru fiecare pereche, fără grade intermediare. Şi fiecare dintre ele era simplă, nefiind controlată de mai mult de o unitate ereditară. Aşa încît nu a ajuns să obţină, de exemplu, vreo plantă de mazăre descendentă care să fie de înălţime medie, în loc de înaltă sau pitică. La oameni, de exemplu, ştim că înălţimea este controlată de mai multe gene. Tot aşa şi culoarea pielii. Astfel încît se pot obţine înălţimi intermediare şi nuanţe diferite de culoare a pielii. Cu toate acestea, albinismul (absenţa pigmenţilor cutanaţi) este, la oameni, o caracteristică simplă, influenţată de două gene, la fel ca modelele lui Mendel. Aşa încît doi părinţi care au culori normale ale pielii, dar poartă fiecare cîte o genă pentru caracteristica recesivă numită albinism, ar putea avea un copil care să nu aibă deloc pigmenţi ai pielii. (De fapt, şansele sînt de una din patru.)

În plus, Mendel a ales din întîmplare caracteristici care nu erau legate în nici un fel – şi s-a gîndit la unităţile ereditare ca la particule separate, lucru despre care acum ştim că nu este adevărat. Aşa încît în experimentele sale, nici unul dintre rezultatele ciudate provocate de ceea ce

acum este cunoscut ca „linkage“[2] nu a apărut în studiile sale. (Mai multe despre acest subiect în paginile care urmează.) Aşa încît, chiar dacă principiul grupării independente continuă să se aplice, el este valabil doar pentru acele caracteristici care nu sînt legate.

Mendel a desluşit modele repetitive (aşa-numitele *patterns*) pe care nimeni înaintea lui nu le observase şi rezultatele sale ar fi trebuit să provoace senzaţie. Dar cînd şi-a citit articolul cu privire la experienţele sale în faţa societăţii de istorie naturală locală, a fost întîmpinat de o tăcere şi o lipsă de interes totală. Nimeni nu a simţit nevoia să-i pună vreo întrebare. Nu a urmat nici o discuţie, animată sau nu. Dezamăgit, dar nu învins, Mendel şi-a dat seama de faptul că era un amator complet necunoscut, aşa încît s-a gîndit să-şi asigure susţinerea unui botanist bine cunoscut. Şi-a trimis articolul botanistului elveţian Karl Wilhelm von Nägeli pe la începutul anilor 1860. Dar articolul conţinea prea multă matematică pentru Nägeli. Spre meritul său, elveţianul bănuia totuşi că evoluţia se produce în salturi şi nu într-un proces continuu, lipsit de „asperităţi“. Dar articolul lipsit de orice speculaţii al lui Mendel nu i-a trezit interesul şi l-a dat la o parte cu dispreţ. Mendel a reuşit pînă la urmă să-şi publice două articole în obscura publicaţie *Transactions of the Brünn Natural History Society* în 1865 şi 1869, dar puţini au fost aceia care le-au remarcat. Iar pentru cei care au făcut-o, conţineau probabil prea multă matematică pentru nişte botanişti, şi prea multă botanică

[2] Asocierea a două sau mai multe gene, de regulă aparţinînd aceluiaşi cromozom, care tinde să fie moştenită ca unitate şi să exprime un set de trăsături caracteristice.

pentru cei ce se simţeau la largul lor în domeniul matematicii.

Astfel, unele dintre cele mai convingătoare informaţii din istoria geneticii au rămas nevalorificate vreme de 35 de ani. Mendel a murit în 1884 fără să aibă habar că într-o bună zi va deveni celebru şi respectat pentru strădaniile sale.

REDESCOPERIREA LUI MENDEL

Între perioada în care Mendel şi-a desfăşurat activitatea şi începutul secolului XX, două progrese importante – microscoapele ameliorate şi perfecţionarea tehnicilor de colorare a celulelor – au înlesnit cercetarea nucleului celulei şi au făcut posibilă examinarea factorilor ereditari la un nivel diferit. În consecinţă, oamenii de ştiinţă au început să examineze nucleele celulare şi au descoperit că, scurt timp înainte de diviziunea celulară, îşi făceau apariţia grupări de bastonaşe care au fost numite cromozomi. Acestea se divizau în două pe lungime, iar cele două seturi de cromozomi ajungeau pe căi separate în cele două jumătăţi ale celulei divizate. După aceea, cromozomii se adunau laolaltă într-o formaţiune sferică şi păreau să dispară. Dar nimeni nu ştia ce rol joacă cromozomii.

În anul 1900, botanistul olandez Hugo de Vries şi-a dat seama că Darwin nu explicase cum pot apărea diferenţe între indivizi şi cum se transmit mai departe aceste variaţii. Aşa că a început să lucreze la o teorie despre modul în care diferite caracteristici pot varia independent una de cealaltă şi se pot recombina în varii şi numeroase combinaţii. Pornind de la studiile sale asupra plantei luminiţa-nopţii (*Oenothera lamarckiana*), după ce a găsit anumite varietăţi

ale acestei plante care păreau substanţial diferite de planta sălbatică originară, el a ajuns la concluzia că aceste noi caracteristici, sau mutaţii, pot apărea spontan şi pot fi moştenite. Prin intermediul experimentelor, el a descoperit că aceste forme substanţial diferite sînt capabile de reproducere. Înainte de a-şi publica descoperirile, de Vries a căutat prin literatura deja publicată pe marginea acestui subiect şi spre uimirea sa a dat peste articolele publicate de Mendel în anii 1860–1870.

Coincidenţa a făcut ca alţi doi oameni de ştiinţă, unul din Austria şi celălalt din Germania, să dea aproape simultan peste opera lui Mendel. Spre meritul celor trei savanţi, nici unul nu a încercat să-şi atribuie rezultatele lui Mendel. Toţi trei au publicat rezultatele obţinute de acesta, acordîndu-i meritul deplin, şi le-au adăugat pe cele proprii doar ca o confirmare.

Unele dintre variaţiile observate de de Vries nu erau de fapt mutaţii, cum credea el, ci doar combinaţii hibride. Cu toate acestea, dovezile în favoarea teoriei venite din alte surse au consolidat conceptul mutaţiilor. De fapt, mutaţiile fuseseră remarcate de multă vreme şi folosite în ameliorarea raselor de către crescătorii de vite, oi şi alte animale domestice. Dar, din nefericire, schimburile de informaţii între comunitatea ştiinţifică şi crescătorii de animale erau neînsemnate în vremurile acelea. Aşa că, atunci cînd Hugo de Vries şi-a publicat cartea, *Mutationslehre*, în 1901, în care îşi susţinea convingerea că evoluţia se datorează unor salturi bruşte sau mutaţii (de la cuvîntul latinesc pentru „a schimba"), a prezentat o noutate. Iar astăzi este de obicei creditat cu iniţierea acestei linii de investigaţie în legătură cu cauzele evoluţiei.

BATESON ŞI LEGĂTURA DINTRE GENE

Cînd biologul englez William Bateson (1861–1926) a citit articolele lui Mendel descoperite de de Vries, a fost impresionat. A devenit un susţinător devotat al moştenirii mendeliene şi a tradus articolele în limba engleză. Iar în 1905, bazîndu-se pe propriile experimente în legătură cu caracteristicile moştenite, a dus munca lui Mendel un pas mai departe. El a descoperit că nu toate caracteristicile sînt moştenite independent – unele sînt legate sau moştenite împreună – şi şi-a publicat rezultatele în 1905.

De aici înainte, studiul mecanismelor ereditare dobîndea statură şi era susţinut de o literatură substanţială, iar Bateson a propus denumirea de *genetică* pentru domeniul aflat în plină dezvoltare. El a fost prima persoană din lume numită în postul de profesor de genetică, şi aceasta s-a întîmplat la Universitatea Cambridge, în 1908. Dar felul în care funcţionează legătura dintre gene va fi explicat apoi de către omul de ştiinţă american Thomas Hunt Morgan.

MUSCULIŢELE LUI MORGAN

Puţine studii în genetică au fost la fel de fructuoase ca cele efectuate de Thomas Hunt Morgan cu musculiţele de oţet (*Drosophila*), şi una dintre marile sale inspiraţii a fost să folosească această mică insectă, uşor de reprodus, pentru a-şi testa ideile despre caracteristicile moştenite şi despre felul în care se transmit acestea de la o generaţie la alta.

Descendent al unei ilustre familii sudiste (nepot al unui general al Confederaţiei şi rudă cu Francis Scott Key, autorul Imnului naţional al Statelor Unite), Morgan a intrat în rîndurile cadrelor didactice de la Bryn Mawr College după

ce şi-a luat doctoratul la Universitatea Johns Hopkins în 1890. În 1904 a devenit profesor de zoologie experimentală la Universitatea Columbia.

Thomas Hunt Morgan (National Library of Medicine)

Opera lui Mendel abia ieşise la lumină cu circa doi ani în urmă. Cei care observaseră comportamentul cromozomilor la celulele în diviziune şi în timpul formării ouălor discutau despre concordanţa remarcabilă dintre acest proces şi rezultatele publicate de Mendel. Dar celula umană are doar 23 de perechi de cromozomi, ceea ce nu putea explica miile de caracteristici ale formelor de viaţă umane, de exemplu, decît dacă se presupunea existenţa unei structuri mai mici, purtătoare a unui mare număr de factori care să funcţioneze în interiorul cromozomilor. În 1909, aceşti factori au primit denumirea de *gene* (de la cuvîntul grecesc care înseamnă „a da naştere la"). Nimeni la vremea aceea nu ştia exact ce anume era o genă sau ce mecanism foloseşte aceasta pentru a purta informaţia genetică.

În mod paradoxal, pînă în 1908, Morgan era de acord cu sceptícii teoriei mendeliene, dintre care unul spusese că: „În prezent, nu există nici o dovadă clară că mendelismul s-ar aplica la vreo formă de viaţă". Dar lui Morgan i-a stîrnit curiozitatea procesul mutaţiei şi a căutat o specie potrivită pentru studiu, tot aşa cum Mendel folosise mazărea de grădină. S-a oprit în final asupra insectei *Drosophila*, o musculiţă care se reproduce rapid, prezintă mutaţii clar marcate, are doar patru perechi de cromozomi şi este uşor de hrănit cu piure de banane. Morgan a descoperit că poate creşte 30 de generaţii pe an. În scurt timp, cabinetul lui Morgan de la Universitatea Columbia s-a umplut cu borcane de musculiţe.

Cu toate acestea, în pofida examinărilor atente zilnice, Morgan nu a putut descoperi nici o mutaţie. El a supus musculiţele la temperaturi înalte şi joase. Le-a expus la acizi, baze şi radiaţii ionizante. Nici un mutant. Şi deodată, într-o zi din aprilie 1910, după un an de aşteptări, soţia lui a observat o musculiţă cu ochi anormal de albi (în mod normal *Drosophila* are ochi roşii). Acesta era mutantul pe care îl aştepta. A încrucişat masculul cu ochi albi cu o femelă cu ochi roşii normali. Curînd a obţinut 1237 de descendenţi. Toţi aveau ochii roşii. Totuşi, în următoarea generaţie de 4252 musculiţe, 798 aveau ochii albi. Reuşise să perpetueze o mutaţie!

Dar aceste cifre comportau două ciudăţenii. Mai întîi, raportul nu avea valoarea mendeliană de 3:1. Mai mult, toate musculiţele cu ochi albi erau masculi. Cînd Morgan şi echipa sa au examinat această problemă mai departe, ei au descoperit că trăsătura ochilor albi avea legătură cu sexul: au descoperit astfel primele trăsături în lanţ, o

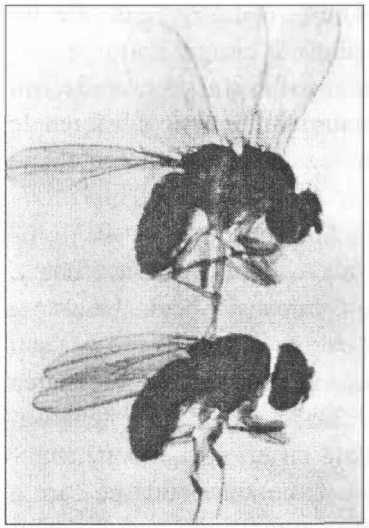
complicaţie pe care caracteristicile clar segregate ale lui Mendel nu o puseseră în evidenţă.

Mai departe, studiul a evidenţiat faptul că cromozomii erau locul unde era localizat materialul genetic şi că genele erau purtate de manieră liniară, legate precum mărgelele pe o aţă sau verigile unui lanţ.

Spre sfîrşitul anului 1910, Morgan obţinuse 40 de tipuri diferite de mutanţi, cărora le-a dat nume precum Humpy, Chubby, Pink-eye, Crumpled, Dumpy şi Speck. Unele nu aveau aripi. Altele nu aveau ochi. Altele nu aveau păr sau aveau aripioarele frînte. Şi aşa mai departe. Majoritatea mutaţiilor nu erau avantajoase. Dar a găsit şi alte legături. Ochii albi apăreau numai o dată cu aripile galbene, niciodată împreună cu cele cenuşii. O caracteristică pe care a denumit-o corp de abanos apărea numai împreună cu ochii roz, iar corpul negru mergea numai cu aripile galbene. Morgan a început să-şi dea seama că anumite caracteristici erau grupate laolaltă pe acelaşi cromozom.

Pe urmă, într-o zi, în mod straniu, ochii albi au apărut la musculiţele care *nu* aveau aripi galbene. Aceasta chiar că era o enigmă. Cu îndrăzneală, Morgan a emis ipoteza că poate un cromozom se rupsese şi că fragmentul rupt traversase graniţa pentru a se reasambla cu un alt cromozom. Dacă aşa stăteau lucrurile, era de aşteptat ca un întreg grup de caracteristici să fie legat de un alt grup de caracteristici împreună cu care nu mai apăruseră niciodată pînă atunci. Şi exact aşa s-a întîmplat pînă la urmă. (Acest fenomen a devenit cunoscut sub numele de *crossing-over*.)

Stilul de muncă al lui Morgan exemplifica lucrul în echipă care a devenit din ce în ce mai răspîndit în ştiinţa secolului XX, încorporînd talentele specializate ale mai



Această spectaculoasă mutaţie la musculiţa de oţet (Drosophila) *producînd patru aripi în loc de două (fotografia de sus), comparată cu o musculiţă normală (jos), este rezultatul unor cercetări de genetică recente efectuate la California Institute of Technology* (California Institute of Technology)

multor oameni de ştiinţă, printre care Alfred Sturtevant, specialist în analiza matematică a rezultatelor obţinute prin reproducerea *Drosophilei* şi în cartarea factorilor genetici pe cromozomi; Hermann Muller, un teoretician care avea şi talentul de a concepe experimente; şi Calvin Bridges, care era deosebit de înzestrat în studierea celulelor. Ei au lucrat atît independent cît şi în echipă, comunicîndu-şi rezultatele şi colaborînd la experimente. Împreună, au elaborat ideea că factorii lui Mendel, după cum îi denumise acesta, erau unităţi fizice specifice sau gene, cu localizări bine definite în interiorul cromozomilor.

Împreună cu Sturtevant, Muller şi Bridges, Morgan a publicat *The Mechanism of Mendelian Heredity* („Mecanismul mendelian al eredităţii") în 1915, care oferă o analiză şi o sinteză a moştenirii mendeliene aşa cum au fost formulate de cercetările deschizătoare de drumuri ale echipei

de autori. Devenită o lucrare clasică, cartea este una dintre pietrele fundamentale ale interpretării moderne a eredităţii.

Cu cartea *The Theory of the Gene (Teoria genei)*, publicată în 1926, Morgan a fundamentat teoria genelor şi a extins şi completat opera lui Mendel atît cît era posibil cu instrumentele disponibile – creierul, ochiul şi microscopul. Unul dintre studenţii lui Morgan va folosi razele X pentru a sonda codul genetic, dar în cercetarea genetică nu se vor mai înregistra progrese importante pînă la apariţia biologiei moleculare şi a lucrărilor lui Francis Crick şi James Watson, o generaţie. Morgan a primit premiul Nobel pentru fiziologie sau medicină în 1933.

DRUMUL SPRE ADN

În 1895, nimeni nu cunoştea semnificaţia celor trei litere, ADN, care de atunci au devenit aproape sinonime cu domeniul geneticii. Cu atît mai puţin bănuia cineva că pudra albă denumită acid nucleic nu numai că este esenţială pentru procesele creditare, dar poartă şi codul genetic care transmite configuraţiile ereditare de la părinte la descendent. Ajutaţi însă de munca deja făcută de Gregor Mendel şi redescoperită în 1900, savanţii au început să exploreze mai multe căi de analiză care au dus la o pasionantă explozie de descoperiri în acest domeniu, explozie care se va produce în a doua jumătate a secolului XX.

În urma lucrărilor experimentale privind mutaţiile efectuate de Morgan şi echipa sa de cercetători talentaţi, s-a ajuns la înţelegerea faptului că cromozomii purtau „factorii" despre care vorbea Mendel (redenumiţi *gene* în 1909 de către botanistul danez Wilhelm Johannsen) şi că aceşti

factori apar în linie pe cromozomi, asemănător mărgelelor pe un fir de ață. Celebra „cameră cu muște" de la Columbia a mai generat și înțelegerea apariției așa-numitelor *crossing-over* în timpul formării celulelor germinale, precum și la prima cartografiere a genei, respectiv localizarea genelor specifice care controlează caracteristici specifice de-a lungul cromozomului.

Între timp, Phoebus Levene (1869–1940), un savant foarte original care, în ultimul deceniu al secolului al XIX-lea fugise din Rusia la New York, împreună cu toată familia sa, pentru a scăpa de persecuțiile antisemite, a început să cerceteze acizii nucleici. În 1909 el a arătat că riboza, o monozaharidă cu cinci atomi de carbon, se găsește într-unul din acizii nucleici (care a devenit cunoscut sub numele de acid ribonucleic sau ARN). În 1929 a demonstrat că o monozaharidă necunoscută pînă la acea dată, deoxiriboza (care înseamnă riboză minus un atom de oxigen), se poate găsi în alți acizi nucleici. Se părea că toți acizii nucleici se împart în două grupe, acidul ribonucleic (ARN) și acidul deoxiribonucleic (ADN). Cu toate acestea, nimeni nu avea habar care erau funcțiile acestor acizi nucleici. Puțini bănuiau că aceştia ar constitui chiar mecanismul genetic, deoarece erau molecule relativ simple, iar codul genetic nu se putea să fie altfel decît complex. Nu aveai decît să priveşti în jurul tău – la o cîmpie, la un deal împădurit sau la un lac – pentru a vedea uriașa diversitate produsă de genetică. Cum puteau fi dirijate toate acestea de o moleculă atît de simplă precum păreau cele de acizi nucleici? Majoritatea cercetătorilor presupuneau că nişte molecule de proteine mult mai complexe ar fi mai îndreptățite să conțină mecanismul secret al genelor.

Levene a dedus și formulele nucleotidelor, a calculat maniera în care componentele acizilor nucleici erau combinate în nucleotide (care sînt elementele constitutive ale moleculei foarte mari a acidului nucleic) și a emis o ipoteză despre modul în care nucleotidele se combină în lanțuri.

Dar descoperirile lui Levene oferă un bun exemplu despre felul în care cercetări care par interesante, dar nu fundamentale, pot căpăta brusc o nouă semnificație atunci cînd cunoașterea și înțelegerea își lărgesc aria de acoperire.

În 1941, doi cercetători americani, geneticianul George Wells Beadle (1903–1989) și biochimistul Edward Lawrie Tatum (1909–1975), făceau experimente cu mutații pe un mucegai de pîine cunoscut ca *Neurospora crassa* – un organism și mai simplu decît musculițele lui Morgan. Ei au constatat că unele din mutațiile cu care lucrau își pierdeau capacitatea de a forma o substanță necesară creşterii lor. Din studiile făcute asupra acestor mutații și asupra altora, au ajuns la concluzia că scopul unei gene era să coordoneze formarea unei anumite enzime – cu alte cuvinte, că genele își îndeplinesc funcția prin regularizarea unor anumite procese chimice. Cînd o mutație are loc, o genă este modificată astfel încît ea nu mai poate forma o enzimă normală, iar secvența normală de reacții chimice care are loc de obicei este întreruptă, consecința fiind uneori o modificare radicală a aspectului fizic sau a caracteristicilor organismului. Acum începea să devină evident că experimentele efectuate de Morgan și alții urmăriseră dovezile vizibile ale schimbărilor produse prin modificările la nivel biochimic – în enzimele unui organism. Beadle și

Tatum au ajuns la concluzia că fiecare genă controlează doar producţia unei singure enzime, iar ideea lor a devenit cunoscută ca „ipoteza o genă – o enzimă". A fost un pas important spre înţelegerea exactă a ceea ce este de fapt o genă şi a modului cum funcţionează aceasta.

Apoi, în 1944, doi savanţi canadieni – Oswald T. Avery şi Colin M. McLeod – lucrînd în colaborare cu bacteriologul american Maclyn McCarty, au localizat purtătorul informaţiei genetice din celule: molecula de ADN. Lucrînd cu bacteria de pneumococcus, ei au experimentat cu două varietăţi, una cu exteriorul neted (încapsulată) şi cealaltă cu exteriorul aspru (neîncapsulată). Eu au îndepărtat ADN-ul din varietatea netedă şi au adăugat-o la celulele bacteriilor aspre. Spre uimirea lor, descendentele celulelor aspre erau netede! Într-un fel sau altul, ADN-ul de la bacteriile netede transformase codul genetic al celulelor aspre astfel încît caracteristicile transmise mai departe n-au mai constituit exteriorul aspru al părinţilor, ci exteriorul neted al celulelor din care fusese prelevat ADN-ul.

Imediat, ADN-ul a preluat un rol central, pe care l-a păstrat. Cum putea molecula simplă de ADN să conţină informaţia complexă necesară chiar şi pentru un mesaj genetic direct, precum diferenţierea între un exterior neted şi unul aspru? Care putea fi structura sa? Care era rolul celuilalt acid nucleic, ARN-ul? S-a declanşat o cursă îndrăcită pentru aflarea răspunsurilor. În 1953, Francis Crick şi James Watson aveau să realizeze celebrul lor model revoluţionar al structurii ADN-ului, dar multe întrebări vor rămîne deschise. Astăzi continuă căutarea unor răspunsuri şi mai detaliate privind baza moleculară a eredităţii şi modul de transmitere şi transcriere a codului genetic – instrucţiunile care călăuzesc descendentul în repetarea configuraţiilor biologice ale înaintaşilor săi.

O COMBINAŢIE ÎNTRE DARWIN ŞI MENDEL

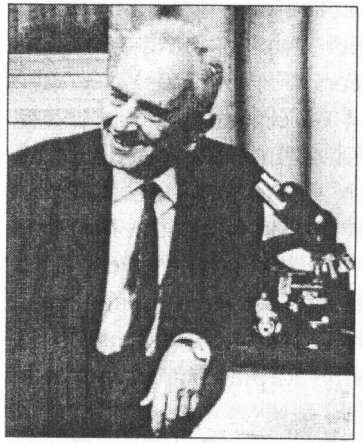
Încă de cînd Hugo de Vries a descoperit lucrarea lui Gregor Mendel, numeroasele dovezi experimentale de natură genetică ale călugărului augustin şi teoria evoluţionistă a lui Darwin nu se contopeau cu succes. În general, geneticienii porneau de la premisa că există gene normale şi mutaţii ocazionale. Ei credeau că majoritatea acestora din urmă sînt eliminate cu timpul, dar că cele cîteva mutaţii utile vor produce modificări ale evoluţiei. Aici a intrat în scenă geneticianul ruso-american Theodosius Dobjanski.

Dobjanski (1900–1975) s-a născut în Ucraina şi s-a instruit la Universitatea din Kiev, în perioada haosului generat de Revoluţia Sovietelor şi de războiul civil, absolvind în 1921. El a predat mai întîi la Kiev şi Leningrad, după care a plecat din Rusia pentru a lucra la Universitatea Columbia din New York împreună cu T.H. Morgan. Apoi l-a însoţit pe Morgan la California Institute of Technology, unde a făcut parte din rîndurile corpului profesoral. A devenit cetăţean american în 1937.

În cartea *Genetics and the Origin of Species* („Genetica şi originea speciilor"), publicată în 1937, Dobjanski a reuşit să combine ideile lui Darwin cu cele ale lui Mendel. Astfel, el a demonstrat că mutaţiile sînt de fapt foarte frecvente şi adeseori viabile şi utile. Aşa încît Dobjanski a contrazis conceptul de genă „normală". Există doar „cele care au supravieţuit" şi cele care nu au supravieţuit. Supravieţuiesc acele gene care sînt încurajate de şansă şi

de condiţiile locale din momentul respectiv. Ceea ce funcţionează pentru un anumit habitat poate sau nu poate fi la fel pentru altul. Ceea ce este reuşit şi util la un moment dat poate fi fatal în alt moment.

Activitatea considerabilă depusă în domeniul geneticii de către de Vries, Bateson, Morgan, Dobjanski şi colegii lor în prima jumătate a secolului XX a parcurs o cale lungă spre găsirea unor răspunsuri la întrebările în legătură cu procesul genetic. Iar în 1945 geneticienii ajunseseră să desluşească rapid misterele lumii microscopice care guvernează forma tuturor făpturilor vii.



Theodosius Dobjanski (National Library of Medicine)

CAPITOLUL 8

ÎN CĂUTAREA STRĂMOŞILOR

Pe măsură ce teoria evoluţionistă a lui Charles Darwin căpăta o acceptare tot mai largă – dar nicidecum universală – în ultimele zile ale secolului al XIX-lea, mulţi oameni de ştiinţă au început să caute fosilele cu care sperau să demonstreze sau, dimpotrivă, să conteste teoria darwiniană asupra evoluţiei speciei umane. Pentru „evoluţionişti", căutările se concentrau în principal pe speranţa de a găsi aşa-numita „verigă lipsă", o fosilă despre care mulţi credeau că va stabili legătura dintre oameni şi strămoşii lor maimuţele. Contrar celor ce mulţi credeau, incorect, că afirmă teoria lui Darwin, acesta nu susţinuse că oamenii se trag direct din maimuţe, ci că atît oamenii, cît şi maimuţele sînt înrudite printr-un strămoş comun. Aşa încît vînătorii de fosile au postulat că dacă omenirea şi maimuţele au un strămoş comun, ar fi posibil să se descopere resturile fosile ale unei forme intermediare dispărute, care să lege oamenii de maimuţe şi care ar prezenta caracteristici comune celor două specii.

Pentru grupul mai mic şi mai puţin activ de

„antievoluţionişti", condus, printre alţii, de rivalul lui Darwin, zoologul şi paleontologul Richard Owen (1804–1892), obiectul căutării îl constituiau chiar fosilele umane, despre care ei credeau că ar demonstra că oamenii nu au trecut printr-un proces evolutiv, ei fiind în schimb dintotdeauna „complet umani", şi s-au schimbat foarte puţin sau chiar deloc de-a lungul timpului. Pe scurt, deşi cei mai mulţi antievoluţionişti acceptaseră ideea că Pămîntul este foarte bătrîn, ei credeau că oamenii apăruseră ca „oameni" cu mult timp în urmă, astfel încît chiar şi fosilele foarte vechi ale strămoşilor noştri, dacă puteau fi găsite, ar arăta foarte asemănătoare cu descendenţii lor moderni.

Cît despre aşa-numitele similitudini dintre oameni şi maimuţe, Owen şi ceilalţi aveau de asemenea obiecţii ferme. Cu toate că există unele asemănări structurale între oameni şi maimuţe, susţinea Owen, diferenţele esenţiale sînt mult mai numeroase. Îl preocupau cu deosebire acele diferenţe care nu erau supuse influenţelor externe şi de mediu, astfel încît puteau fi transmise fără modificări pe parcursul multor generaţii. Unul dintre argumentele sale preferate era în legătură cu accentuata proeminenţă a sprîncenelor la gorilă. Dat fiind că nu există nici un muşchi ataşat de respectiva proeminenţă, argumenta Owen, şi întrucît nimic din comportamentul gorilei nu sugerează că aceasta ar putea fi modificată de cauze externe de-a lungul generaţiilor succesive, rezultă că proeminenţa ar trebui să apară la toţi strămoşii gorilei precum şi la toţi descendenţii. Astfel, argumenta în continuare Owen, dacă oamenii şi gorilele au un strămoş comun, atunci oamenii ar trebui să prezinte o la fel de proeminentă ridicătură a sprîncenelor, care, de fapt, apare foarte rar la fiinţele omeneşti. Este

evident, conchidea Owen, că oamenii şi gorilele nu pot avea un strămoş comun.

În mod ironic, tocmai o asemenea proeminenţă în zona sprîncenelor a fost caracteristica principală şi tulburătoare a uneia dintre primele fosile descoperite care a fost acceptată ca fosilă a unuia dintre primii oameni.

OMUL DE NEANDERTHAL

În 1856, lucrătorii de la o carieră de calcar din apropierea satului german Neander au dezgropat întîmplător prima fosilă umană descoperită în Europa. Resturile constau dintr-o calotă craniană masivă şi peste o duzină de oase. Cînd fosilele au fost aduse în atenţia unui învăţător local, acesta le-a adunat şi le-a trimis profesorului de anatomie D. Schaaffhausen din Bonn. După ce a studiat enigmaticele oase, profesorul Schaaffhausen şi-a prezentat concluziile la o întrunire a Societăţii de Medicină şi Istorie Naturală a Rinului Inferior care a avut loc la Bonn în 1857. El susţinea că oasele erau omeneşti şi foarte vechi, totodată rămăşiţele unei fiinţe deosebite de toţi oamenii existenţi la vremea aceea în Germania. Oasele membrelor erau groase şi diforme şi cu pronunţate elemente auxiliare legate de muşchi. Iar craniul de o formă neobişnuită avea proeminenţe în zona sprîncenelor „caracteristice conformaţiei faciale a maimuţelor mari". Concluzia profesorului Schaaffhausen a fost că oasele trebuie să fi aparţinut unui membru al unui străvechi trib nordic de barbari, probabil cuceriţi de către germani cu mult timp în urmă.

Cînd veştile despre descoperirea şi despre concluziile profesorului au început să se răspîndească, alţi oameni de ştiinţă s-au grăbit să-şi spună părerea. Pînă prin 1861, Omul

de Neanderthal s-a aflat în centrul unor controverse aprinse. Cine sau ce era exact Omul de Neanderthal? Era el, aşa cum credeau evoluţioniştii, una dintre etapele timpurii străvechi ale dezvoltării umane? Cu sprîncenele sale hidoase ca de maimuţă şi cu oasele sale groase şi diforme, constituia el cu adevărat dovada spectaculoasă care lega oamenii de cine ştie ce strămoş-maimuţă? Sau era, cum considerau antievoluţioniştii, doar un om modern deformat monstruos, foarte probabil un cretin diform şi hîd care trăise ca un pustnic respins de societate şi murise în peştera în care fusese găsit? Dat fiind că în peştera cu pricina nu s-a găsit nici o altă fosilă, de exemplu din faună, care ar fi putut ajuta la stabilirea vîrstei Omului de Neanderthal, după cum nici metodele tehnice sofistificate din zilele noastre nu se cunoşteau încă, argumentul antievoluţioniştilor a părut justificat multora dintre cei care asistau la controversă de pe margine. Fără doar şi poate, dată fiind aparenţa şi tot ce părea să implice acea aparenţă, credinţa că o asemenea creatură ar putea fi cumva înrudită cu oamenii moderni dădea un sentiment de stinghereală. Chiar şi evoluţioniştii se simţeau tulburaţi cînd erau confruntaţi cu înfăţişarea deranjant de grosolană a neanderthalianului. Un evoluţionist proeminent, William King, profesor de geologie la Queen's College din Galway, Irlanda, s-a simţit atît de deranjat de aspectul Omului de Neanderthal – care îi sugera o fiinţă „cu gînduri şi dorinţe... care niciodată nu s-au ridicat peste cele ale unei brute" – încît a propus ca acestuia să-i fie atribuită propria specie, *Homo neanderthalensis*, care avea să anuleze complet orice asociere cu *Homo sapiens,* numele dat speciei umane.

Era Omul de Neanderthal veriga lipsă a evoluţioniştilor?

Concluzia majoritară printre evoluţioniştii vremii a fost cel mai bine sintetizată de „Buldogul lui Darwin", strălucitul şi certăreţul evoluţionist T.H. Huxley. Huxley susţinea că, deşi dintre toate resturile descoperite, craniul semăna cel mai mult cu cel al unei maimuţe, acesta nu provenea de la o fiinţă intermediară între om şi maimuţă. Factorul determinant, argumenta Huxley, era dimensiunea creierului. Capacitatea craniană era aproape de două ori mai mare decît a celor mai mari maimuţe, încadrîndu-se totodată în domeniul dimensiunilor umane moderne. Omul de Neanderthal era foarte vechi, deranjant de urît... şi uman. Dar nu era veriga lipsă. Pentru mulţi, neanderthalienii erau într-adevăr înspăimîntător de primitivi, dar nu îndeajuns de primitivi.

În anii care au urmat au fost descoperite în toată lumea şi alte fosile, atît de masculi cît şi de femele, ale acestor oameni ciudaţi cu maxilare pronunţate şi proeminente în zona sprîncenelor. Presa populară s-a umplut rapid de caricaturi reprezentînd imaginea acestui „om maimuţă" cu aspect de brută, care mergea tîrîndu-şi picioarele şi care a devenit curînd un element nelipsit din producţiile hollywoodiene de buget redus; chiar şi în zilele noastre misterul învăluie existenţa lor. Ştim acum că prima fosilă neanderthaliană nu era absolut tipică pentru cele descoperite ulterior, că mare parte din deformaţiile oaselor se datorau probabil unei boli artritice şi că, aşa cum a sugerat un antropolog, îmbrăcaţi cu haine moderne şi cu capul acoperit de pălării, neanderthalienii ar putea probabil să se plimbe liniştiţi pe o stradă aglomerată din zilele noastre fără să atragă prea mult atenţia.

Totuşi, în ce fel este legat omul de Neanderthal de

oamenii moderni? Estimările actuale arată că neanderthalienii au trăit cu 100 000 pînă la 40 000 de ani în urmă. Multă vreme cercetătorii au crezut că neanderthalienii se aflau pe linia noastră ancestrală directă, dar unele fosile descoperite mai recent au arătat în mod surprinzător că neanderthalienii şi *Homo sapiens* (oamenii moderni) au existat, după toate aparenţele, în acelaşi timp. Ce relaţie au avut aceştia cu noi şi cum şi de ce au dispărut neanderthalienii? Au fost lichidaţi de către oamenii moderni? S-au încrucişat cu noi pentru a fi pînă la urmă absorbiţi în fondul genetic comun? Sau pur şi simplu au pierdut bătălia pentru existenţă şi au pierit treptat, pînă la extincţie?

Neanderthalienii nu au fost veriga lipsă, dar mulţi oameni de ştiinţă, printre care şi mereu scepticul T.H. Huxley, erau convinşi că dovezile fosile ale unei verigi adevărate vor fi găsite. Era un optimism tipic pentru epoca victoriană, nefondat, date fiind puţinele dovezi fosile găsite la data aceea. Fosilizarea este în cel mai bun caz un proces aleatoriu, care nici astăzi nu este pe deplin înţeles, dar al cărui efect este că, în anumite circumstanţe, o plantă, o insectă sau un os, în loc să se descompună în componentele chimice după moarte, rămîne îngropat în sol şi este infiltrat de către minerale, care înlocuiesc treptat moleculă după moleculă pînă cînd forma organică iniţială este înlocuită şi duplicată de o replică exactă din piatră. Expresia-cheie aici este „în anumite circumstanţe", iar acele circumstanţe sînt atît de rare încît doar o fracţiune infinitezimală de oase este cuprinsă de procesul de fosilizare. Chiar şi astăzi, dacă toate oasele fosile direct legate de istoria evoluţiei umane ar fi adunate la un loc, tot nu ar umple o încăpere de mici dimensiuni.

Spre sfîrşitul secolului al XIX-lea, în vreme ce marea majoritate a savanţilor înclinase în favoarea evoluţiei, continuau să existe unele dezacorduri privind cum şi cînd s-au detaşat oamenii de specia lor ancestrală. În pofida consensului general privind cele trei atribute ce pot fi considerate distinct umane – dezvoltarea creierului, mersul vertical şi felul cum sînt aranjaţi dinţii mici din faţă şi molarii –, încă se mai purtau discuţii în legătură cu întrebarea care dintre atribute trebuia considerat primordial. A fost o controversă care a colorat multe dintre primele tentative de descoperire a aşa-zisei verigi lipsă. Timp de circa treizeci de ani după descoperirea Omului de Neanderthal nu s-a mai găsit nici o fosilă care să ajute la definirea exactă a momentului în care oamenii „au devenit oameni" sau care caracteristică a marcat drumul.

HOMO ERECTUS

Germanul Ernst Haeckel (1834–1919) a fost un evoluţionist şi un popularizator al evoluţiei care l-a depăşit şi pe strălucitul şi elocventul T.H. Huxley în ce priveşte atracţia pe care o exercita asupra unor audienţe numeroase. Dar Haeckel era adeseori un motiv de stinghereală pentru mulţi savanţi deoarece, deşi era un orator carismatic şi un vizionar în conferinţele publice pe care le susţinea, activitatea sa ştiinţifică şi de cercetare era adeseori făcută de mîntuială şi plină de erori. Haeckel susţinea că cel mai important atribut uman era capacitatea de a vorbi şi că dacă veriga lipsă era de găsit, aceasta ar trebui să se afle în acel punct al evoluţiei situat cu puţin înainte ca oamenii să capete darul vorbirii. În cartea sa *Istoria creaţiei,* publicată în 1868 – a fost unul dintre primele texte de biologie

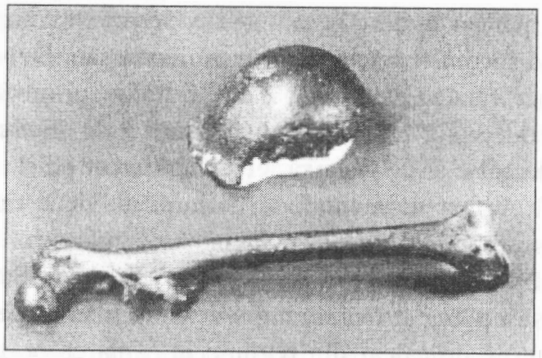
ce au îmbrăţişat teoria evoluţiei – el a reprezentat unul dintre primii arbori ancestrali pe care îi găsim acum în aproape orice carte de biologie sau de antropologie. După cum vedea Haeckel lucrurile, evoluţia vieţii se produsese de la stadiul monocelular, trecînd prin 22 de etape de dezvoltare pînă la oamenii moderni, care se aflau chiar în vîrful arborelui. Desigur, oamenii de ştiinţă de astăzi consideră „arborele" lui Haeckel ca fiind extrem de înşelător întrucît descria o cale evolutivă directă ce ducea anume la oameni ca ţel final al evoluţiei. Dar pe vremea lui Haeckel lucrarea sa i-a inspirat pe mulţi dintre vînătorii de fosile, mai ales pentru că pe treapta a 21-a se afla o fiinţă despre care el afirma că ar fi vestita verigă lipsă între maimuţe şi oameni. El a denumit-o *Pithecanthropus alalus*, sau „omul-maimuţă fără darul vorbirii". În plus, în cartea şi în conferinţele sale, el sugera că ştie chiar şi unde ar trebui căutată! Haeckel credea că *Pithecanthropus alalus* îşi avea originea pe un continent numit Lemuria, scufundat ulterior sub apele Oceanului Indian. Din acest „leagăn al omenirii", spunea el, omul-maimuţă fără grai s-a răspîndit mai întîi în Africa, Asia şi Java, apoi şi în alte părţi ale globului. Acolo undeva, probabil în Asia de Sud-Est, Borneo sau Java, a proclamat el, va fi găsită faimoasa verigă lipsă.

Haeckel nu a plecat el însuşi să-l vîneze pe *Pithecanthropus alalus;* a preferat să-i îndemne pe studenţi şi pe vînătorii de fosile să facă acest lucru. Unul dintre cei inspiraţi de îndemnurile lui a fost profesorul olandez de anatomie Eugène Dubois (1858–1940). Plictisit de viaţa sedentară de profesor şi obsedat de ideea găsirii verigii lipsă, Dubois i-a anunţat pe colegii săi uimiţi că îşi părăseşte postul din Amsterdam şi, urmînd sfatul lui Haeckel, pleacă

în Asia pentru a descoperi marele premiu evoluţionist. Negăsind sprijin financiar pentru proiectul său, Dubois s-a înscris în Armata Olandeză a Indiilor de Est, promiţîndu-le opt ani din viaţă în schimbul detaşării sale în Sumatra. Însoţit de soţie şi de fiica sa, el s-a îmbarcat pe o corabie în 1887. A fost momentul de cotitură al vieţii tînărului evoluţionist.

Dată fiind uşurinţa îndatoririlor medicale în Sumatra, Dubois şi-a petrecut fiecare clipă de timp liber în peşterile şi depunerile de calcar din regiune în căutarea prăzii sale derutante. Slăbit de un atac de malarie, a reuşit să convingă guvernul olandez al Indiilor de Est să-l scoată din rîndurile armatei şi să-l numească, în schimb, în fruntea unei expediţii paleontologice în Java. Rapiditatea cu care a reuşit să organizeze expediţia i-a făcut pe unii să suspecteze că guvernul fusese la curent cu intenţiile sale de la bun început şi că, de fapt, acceptîndu-i înrolarea, furnizîndu-i mijloacele de transport şi chiar asigurîndu-i forţă de muncă din rîndurile deţinuţilor, acceptase în mod mascat să-i finanţeze operaţiunea. În tot cazul, în martie 1890 el se afla în drum spre Java, iar expediţia pentru descoperirea verigii lipsă la care visase era acum în plină desfăşurare.

A găsit prima fosilă în 1891. Sau, cel puţin, puşcăriaşii care lucrau pentru el au găsit-o. Cercetînd cu asiduitate un terasament stratificat situat de-a lungul rîului Solo, lucrătorii lui au scos la iveală un mic fragment de maxilar şi un dinte molar. După cîteva săptămîni au mai găsit o calotă craniană şi, în final, după aproape zece luni, un femur fosilizat provenit din acelaşi loc. Dintele era ca de cimpanzeu, calota craniană avea o capacitate mică, iar femurul, deşi mai greu şi mai gros decît cel al oamenilor moderni,



Mulaje ale calotei craniene şi femurului găsite de Eugène Dubois. El le-a identificat ca aparţinînd unui hominid pe care ulterior l-a denumit Homo erectus (Neg. No. 319781, prin amabilitatea Department Library Services, American Museum of National History)

era fără îndoială omenesc şi aparţinuse unei fiinţe care îşi avusese evident arealul acolo. Dovezile erau firave, dar Dubois le-a analizat. Calota craniană era prea mare pentru o maimuţă, deşi capacitatea ei era mică şi prezenta proeminenţele din dreptul sprîncenelor. Micul fragment de maxilar nu oferea o dovadă clară pentru a se determina dacă fiinţa căreia îi aparţinuse ar fi fost sau nu capabilă să vorbească, aşa că Dubois nu a putut să aplice teoria lui Haeckel. Dar femurul era foarte edificator. Dubois a putut să determine că fosilele aparţinuseră unui om-maimuţă cu creierul mic care mergea vertical pe două picioare.

A decis aşadar că descoperise veriga lipsă! Căci, aşa cum scria el în 1894, „aceasta era animalul asemănător cu omul care formează legătura între om şi cele mai apropiate rude ale sale cunoscute printre mamifere, după cum presupune teoria dezvoltării..."

Dat fiind că se baza în principal pe femur ca dovadă,

fragmentul de maxilar fiind insuficient pentru a-i sprijini afirmaţia, Haeckel şi-a denumit fosila *Pithecanthropus erectus* (omul-maimuţă vertical) în locul lui *Pithecantropus alalus* (omul maimuţă fără darul vorbirii) şi şi-a oferit dovada lumii ştiinţifice.

Membrii comunităţii ştiinţifice mondiale, luînd întreaga chestiune în considerare la Al Treilea Congres Internaţional de Zoologie de la Leyda din 1895, au avut poziţii divergente faţă de ceea ce au văzut. Puţini au fost cei care nu erau de părere că Dubois făcuse o descoperire uluitoare şi încă una de mare importanţă. Pînă la data aceea se descoperiseră puţine alte exemplare de fosile umane şi orice contribuţie la studiul acestei probleme avea o imensă valoare. Dar puţini acceptau afirmaţia lui Dubois cum că găsise cu adevărat intermediarul între om şi maimuţă. Unii, deranjaţi de documentarea necorespunzătoare a descoperirilor iniţiale şi de faptul că locurile şi datele exacte ale descoperirilor nu fuseseră precizate, şi-au pus întrebarea dacă fosilele reprezintă într-adevăr doar un singur individ. Unii erau de părere că fosilele ar aparţine mai degrabă unei maimuţe decît unui om, în vreme ce alţii susţineau că ar fi vorba mai curînd de un om decît de o maimuţă. În sfîrşit, au fost şi dintre aceia care au susţinut, rezonabil, că pur şi simplu nu existau suficiente dovezi pentru a lua o decizie.

Pe măsură ce felicitări („grozavă descoperire!") sau obiecţii („greşită interpretare!") similare îl întîmpinau şi la alte întruniri, dezamăgirea şi supărarea lui Dubois sporeau. El era sigur că interpretarea sa este corectă, că găsise veriga lipsă şi avea impresia că numai invidia şi prostia îi împiedicau pe ceilalţi să vadă adevărul. Îndrăgostit pătimaş

de descoperirea sa, el îşi căra „omul din Java“ (cum începuseră să-l numească oamenii de ştiinţă) într-o valijoară, ca pe un animal de casă iubit, purtîndu-l de la o întrunire la alta în căutarea recunoaşterii. Totuşi, în cele din urmă, înfrînt de frustrare şi de epuizare, s-a retras din comunitatea ştiinţifică, luîndu-şi fosilele cu el.

Povestea lui Dubois nu are un final fericit. Pentru că a rămas tot restul vieţii sale izolat practic de comunitatea ştiinţifică, refuzînd să mai lase pe cineva să studieze sau măcar să-l vadă pe dragul său *Pithecanthropus*. Potrivit unei legende populare, a mers chiar pînă acolo încît a ascuns fosilele sub o scîndură din duşumeaua casei sale, de unde le scotea din cînd în cînd doar pentru propria sa mulţumire. În final, totuşi, cînd o spectaculoasă serie de descoperiri a început să se deruleze în China în deceniile al treilea şi al patrulea ale secolului XX, adevărata natură a fosilelor lui Dubois a ieşit la iveală.

Povestea omului din Pekin, cum au ajuns să fie numite descoperirile din China, a fost una ciudată. În primii ani ai deceniului al treilea, naturalistul german K.A. Heberer a remarcat că farmaciile din oraşele şi tîrgurile chineze vindeau „oase de dragon“ spre a fi măcinate şi folosite ca leacuri populare. Împins de curiozitate, el a început să viziteze farmaciile şi să examineze oasele. Pe cînd scotocea prin lăzile din care se vindeau aceste oase, a descoperit specimene de la peste 90 de fosile de mamifere şi un dinte fosilizat care părea să fi aparţinut fie unui om, fie unei maimuţe.

Vestea despre descoperirea lui Heberer s-a răspîndit rapid în marea comunitate internaţională a vînătorilor de oase care mişunau prin China de cînd teoria „leagănului

omenirii“ enunţată de Haeckel căpătase popularitate. În anii următori, un adevărat carnaval de vînători de fosile s-a perindat prin China, scotocind prin magazine, peşteri şi pe coastele dealurilor.

În final, în 1929, după ani de descoperiri dintre cele mai diverse, a apărut şi primul craniu de hominid, îngropat adînc într-o peşteră de calcar din apropierea satului Chou K'ou Tien. (Hominidul este orice membru al familiei primatelor bipede care cuprinde oameni, atît dispăruţi, cît şi existenţi.) Avea oase masive, prezenta proeminenţe în regiunea sprîncenelor şi avea o capacitate craniană mai mică decît cea omenească. Locul s-a dovedit o adevărată comoară, căci în primii ani ai deceniului al patrulea au fost scoase la iveală de acolo peste 14 cranii, împreună cu 11 maxilare şi peste 100 de dinţi. Existau unele particularităţi stranii: în mod misterios, s-au descoperit mai ales cranii şi fragmente de craniu, şi cele mai multe cranii prezentau dovezi privind extirparea creierului. Dar toate semănau în mod frapant cu omul din Java al lui Dubois. Asemănarea era atît de izbitoare încît puţini se puteau îndoi de faptul că omul din Java şi omul din Pekin aparţineau aceleiaşi specii – o specie dispărută de oameni cu mers biped, avînd creierul ceva mai mic decît cel al oamenilor moderni, care a trăit în urmă cu 1,8 milioane de ani. În 1950, biologul evoluţionist Ernst Mayr a denumit această specie *Homo erectus*, definindu-l o dată pentru totdeauna nu ca pe o maimuţă sau ca pe o verigă lipsă, şi ca pe o formă timpurie de om.

Pînă la moartea sa, survenită în 1940, Eugène Dubois, al cărui om din Java este recunoscut astăzi ca prima descoperire a lui *Homo erectus*, a refuzat să accepte că descoperirile de la

Pekin ar semăna cu a sa. În ultimele sale zile, înverşunatul Dubois şi-a schimbat chiar şi afirmaţia că dragul său *Pithecanthropus erectus* ar avea vreo legătură cît de mică cu omul – susţinînd, în schimb, că acesta nu are nimic omenesc şi nu este decît o formă avansată de maimuţă fosilizată!

În necrologul dedicat lui Dubois, anatomistul Sir Arthur Keith a surprins perfect personalitatea lui Dubois: „A fost un idealist, susţinîndu-şi atît de bine ideile încît mintea sa avea tendinţa să deformeze mai degrabă faptele decît să-şi modifice ideile pentru a le adapta la fapte."

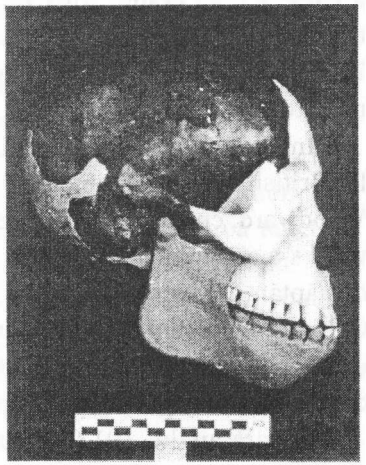
FARSA DE LA PILTDOWN

A fost o afirmaţie ironică venită din partea lui Sir Arthur Keith, care, în primii ani ai deceniului al treilea al secolului XX, s-a lăsat indus în eroare de propriile păreri preconcepute determinîndu-l să autentifice una dintre cele mai celebre farse ştiinţifice.

Ca mulţi dintre colegii săi englezi, Keith aparţinea şcolii evoluţioniştilor care credea că dezvoltarea dimensiunilor cerebrale, nu mersul biped, era caracteristica principală care distingea specia umană. Reflectînd asupra fosilelor din Neanderthal şi Java, Keith a afirmat în faţa unei audienţe: „... avem cunoştinţă – şi o cunoştinţă cît se poate de imperfectă – doar despre doi indivizi umani din perioada situată aproape de începutul pleistocenului. Unul avea o înfăţişare brutală, celălalt avea cu siguranţă un intelect scăzut". Dacă acele fosile reprezentau cu adevărat pe strămoşii oamenilor moderni, argumenta el, atunci trebuie să acceptăm faptul că „... în prima parte a pleistocenului, într-un interval de timp relativ scurt, creierul omenesc s-a dezvoltat cu o viteză uluitoare şi aproape incredibilă".

Keith credea de fapt că omul din Neanderthal şi cel din Java nu puteau fi adevăraţii strămoşi ai omului modern, fiind în schimb veri şi contemporani cu strămoşul cu creier mare al omului modern.

În aceste condiţii, nu e deloc surprinzător că, atunci cînd o fosilă uluitoare a ieşit la lumină dintr-o carieră de pietriş din apropiere de Piltdown Common din comitatul englez Sussex, Keith s-a implicat profund în celebra poveste a identificării acestuia.



O reconstituire a craniului de la Piltdown. Capacitatea cerebrală mare şi maxilarul ca de maimuţă păreau să indice că apariţia caracteristicilor umane era consecutivă dezvoltării unui creier mare. Aşa cum s-a dovedit, craniul de la Piltdown provenise de la un om, iar maxilarul de la o maimuţă – prelucrate pentru a da impresia că provin de la aceeaşi fiinţă (The Natural History Museum, Londra)

Povestea a început cu un geolog amator numit Charles Dawson. La o întrunire a Societăţii Geologice din decembrie 1912, Dawson a citit un raport care descria activităţile şi descoperirile sale de la Piltdown Common. Cu cîţiva ani mai devreme, spunea Dawson, el se familiarizase cu unele exemplare neobişnuite de cremene de culoare brună, care îl duseseră pînă la groapa de pietriş. Gîndindu-se că locul respectiv ar putea conţine şi alte specimene interesante, el

i-a rugat pe nişte lucrători care mai săpau uneori în groapa de pietriş să fie atenţi la orice lucru neobişnuit ar putea ieşi la iveală.

Conform relatării lui Dawson, la scurtă vreme după aceea, oamenii au scos la iveală o parte dintr-un înveliş de nucă de cocos pe care îl spărseseră în timp ce lucrau. Ei au aruncat celelalte fragmente, dar amintindu-şi de rugămintea lui Dawson, au păstrat un mic fragment pentru a i-l arăta. Dawson afirma că şi-a dat imediat seama că fragmentul era o parte a unui craniu fosilizat. A revenit la groapa de pietriş pentru a încerca să recupereze restul pieselor, dar abia în toamna anului 1911 a reuşit să mai găsească un fragment de craniu.

În acest moment, spunea Dawson, el a dus fragmentele la British Museum, unde i le-a arătat lui Arthur Smith Woodward, custodele secţiei de geologie a muzeului. Woodward s-a arătat interesat şi a început să-şi petreacă sfîrşiturile de săptămînă lucrînd la mina de pietriş alături de Dawson. Celor doi oameni li s-au alăturat în scurt timp un preot iezuit şi geolog amator, părintele Pierre Teilhard de Chardin, care a început să participe şi el la săpături.

În vara anului 1912, ei au găsit alte fragmente de craniu şi o diversitate de dinţi de mamifer fosilizaţi şi au făcut şi cea mai mare descoperire: o parte dintr-un maxilar fosilizat de maimuţă.

În faţa unei audienţe numeroase, în 1912, Dawson a anunţat triumfător că descoperirea lor era o nouă specie, *Eoanthropus dawsonii*: Omul primordial al lui Dawson. Şi mai interesant era ceea ce reprezenta omul primordial – sau omul din Piltdown, cum a ajuns să fie numit în scurt timp. După reconstituirea părţilor componente, se putea

vedea lesne că omul din Piltdown era un individ cu o vechime foarte mare, cu creierul mare şi maxilarul izbitor de asemănător cu cel de maimuţă.

Era ceea ce mulţi evoluţionişti englezi sperau să găsească – în special cei care credeau că existenţa unui creier mare era primul semn al apariţiei unor trăsături umane distincte. Iar dovada indubitabilă o reprezenta omul din Piltdown, cu craniul său uman cu capacitate cerebrală mare şi maxilarul ca de maimuţă. În plus, descoperirea fusese făcută chiar în Anglia, unde, considerau aceşti antropologi englezi, era evident că inteligenţa trebuie să se fi dezvoltat de timpuriu.

Sir Arthur Keith, care adusese unele critici mărunte la adresa reconstituirii iniţiale, a fost totuşi încîntat. La fel au fost şi mulţi alţi anatomişti şi evoluţionişti britanici de frunte, care i s-au alăturat rapid lui Keith în examinarea omului din Piltdown şi în declararea acestuia ca autentic. Cîteva voci au murmurat, exprimîndu-şi dezacordul, mai ales atunci cînd s-a afirmat că celelalte fosile dezgropate în carieră dovedeau că omul din Piltdown avea o vechime mai mare decît a omului de Neanderthal, ca şi a celui din Java. Dar ele au fost reduse repede la tăcere. Au existat şi voci care au susţinut că atît craniul omenesc, cît şi maxilarul de maimuţă erau parcă prea desăvîrşite. Craniul era prea uman, iar maxilarul semăna prea mult cu cel de maimuţă: cum era posibil ca cele două elemente să fi aparţinut vreodată cu adevărat aceluiaşi individ?

Bineînţeles, răspunsul era că acest lucru era imposibil. Omul din Piltdown era un fals. Craniul provenea de la un om, iar maxilarul de la o maimuţă. Amîndouă fuseseră prelucrate cu meticulozitate (crăpate, ciobite şi colorate) pentru a crea impresia că au o apartenenţă comună.

Din păcate, a fost nevoie să treacă peste patruzeci de ani ca să se descopere acest lucru – pînă în deceniul al şaselea al secolului XX, cînd un tînăr savant, fără să se cramponeze de opiniile predecesorilor săi, a analizat obiectiv fosilele, supunîndu-le la o serie de noi teste ştiinţifice. Keith şi colegii săi văzuseră ceea ce doriseră să vadă şi ignoraseră evidenţa.

Cine pusese la cale farsa? Dawson, unul din colegii săi sau altcineva? S-au formulat multe teorii şi acuzaţii, dar pînă acum totul rămîne un mister şi probabil aşa va rămîne.

Mulţi dintre cei mai respectaţi antropologi britanici ai epocii au fost păcăliţi de „fosila" de la Piltdown – pentru că percepţia lor a fost întunecată de propriile prejudecăţi. Charles Dawson (al treilea de la stînga la dreapta) şi alţi cercetători eminenţi urmăresc cum Arthur Keith (aşezat, în centru) examinează craniul, în această pictură a lui John Cooke realizată în 1915 (The Natural History Museum, Londra)

COMOARA DIN AFRICA

În vreme ce omul din Piltdown ocupa un loc prestigios la British Museum în aşteptarea prăbuşirii finale, în alte locuri de pe planetă aveau loc alte descoperiri surprinzătoare – descoperiri importante care, din păcate, vor fi ridiculizate de către susţinătorii omului din Piltdown.

În primul sfert al secolului XX, comunitatea ştiinţifică acceptase teoria lui Haeckel conform căreia originile speciei umane se vor găsi undeva în Asia. În urma unor descoperiri precum cea de la Neanderthal şi altele, printre care şi cea controversată de la Piltdown, devenise evident că şi Europa fusese o regiune importantă în istoria evoluţiei umane, dar puţini vînători de oase au ţinut seama de sugestia lui Darwin că Africa era cel mai probabil locul unde puteau fi descoperite originile specici noastre.

În 1923, anatomistul originar din Australia Raymond Dart, în vîrstă de treizeci de ani, a sosit în Africa de Sud pentru a-şi prelua postul de cadru didactic la Universitatea Witwatersrand din Johannesburg. Dart studiase în Anglia sub îndrumarea unor evoluţionişti britanici de frunte şi manifestase un interes entuziast pentru evoluţie, îndeosebi pentru vînătoarea primilor oameni. Rolul important pe care l-a jucat în descoperirea drumului evoluţiei umane a început în 1924, cînd una dintre studentele sale i-a adus un craniu fosilizat de babuin pe care ea îl văzuse pe polita şemineului din camera unui prieten. Locuinţa aparţinea unui director de la o firmă comercială de exploatare a carierelor, Northern Lime Company, iar craniul provenea din localitatea Taung, situată la aproximativ 200 de mile depărtare. Intrigat de craniu, care se deosebea ca înfăţişare de orice alt craniu de babuin pe care-l văzuse pînă atunci,

Dart a trimis vorbă să li se ceară lucrătorilor din cariere să-i trimită orice alt fragment asemănător ar găsi. În cîteva săptămîni, el a primit două lăzi cu fosile! Ca un copil în dimineaţa Crăciunului, Dart a început să-şi cerceteze comoara.

Sortînd neobosit ceea ce se afla în lăzi, el a dat lovitura! În cercurile evoluţioniste din toată lumea se discuta mult despre creiere şi dimensiunile acestora, precum şi despre ce anume fusese mai întîi – mersul biped sau creierul mare, dar nimeni nu descoperise un specimen precum acela pe care Dart îl ţinea în mînă: un mulaj endocranian, adică o bucată de material fosilizat care copia exact forma interioară a unui craniu, păstrînd detaliile formei exterioare a creierului, cu vasele de sînge şi toate celelalte. Nu era un creier fosilizat, dar era cel mai apropiat lucru de aşa ceva! Mare pentru o maimuţă şi mic pentru un om, avea însă caracteristici pe care Dart le-a recunoscut ca fiind mai degrabă omeneşti decît corespunzătoare unei maimuţe.

Norocul lui era doar la început. Continuînd cu entuziasm căutările, el a descoperit un bloc de calcar în care erau înglobate spatele unei frunţi fosilizate şi o faţă parţial fosilizată. Mulajul endocranian se potrivea perfect cu roca de calcar! Fragmentele aparţineau aceluiaşi specimen! Cum ar fi arătat totuşi întreaga faţă? În următoarele 73 de zile el a îndepărtat fărîmă cu fărîmă piatra, scoţînd treptat la iveală faţa incrustată. „Nici un şlefuitor de diamante nu ar fi lucrat cu mai multă dragoste sau cu mai multă grijă pe un giuvaier nepreţuit...", avea el să scrie ulterior, descriindu-şi strădaniile. Pe 23 decembrie 1924, darul i s-a dezvăluit. „Puteam să văd faţa din partea frontală, deşi cea dreaptă rămăsese încastrată... ceea ce ieşise la iveală era o faţă de copil, cu

un set complet de dinţi de lapte şi cu molarii permanenţi surprinşi tocmai în procesul apariţiei", scria el. „Mă îndoiesc că de Crăciunul acela a existat vreun părinte mai mîndru de progenitura lui decît am fost eu de copilul din Taung."

Fosila aparţinea unui copil care avusese probabil trei-patru ani în momentul morţii sale. Iar Dart nu se îndoia că era o descoperire importantă, un fel de hominian timpuriu, dar ce fel? (Grupul hominienilor cuprinde în egală măsură oameni, giboni şi maimuţe antropoide.) Era improbabil să fi fost o maimuţă de pădure, dat fiind că Africa de Sud are un climat relativ uscat, şi asta de cîteva milioane de ani. Şi, cu toate că fosila părea să aibă faţa unei primate tinere, creierul ei era mult mai uman – nu în privinţa dimensiunilor sau a mărimii pe care ar fi avut-o la maturitate (căci oricum ar fi fost mult prea mic pentru a fi complet uman), ci în anumite particularităţi ale arhitecturii sale. Mai important, Dart a observat că apertura prin care măduva spinării părăseşte creierul şi pătrunde în coloana vertebrală era situată mai spre partea din faţă la copilul din Taung decît la primatele din vremea noastră – aşadar, capul fusese echilibrat deasupra coloanei vertebrale la fel ca la fiinţele bipede cu postură verticală. În plus, teşitura frunţii nu era la fel de pronunţată ca la maimuţele primate. Dart a reflectat îndelung şi intens asupra acestor descoperiri, şi-a verificat şi răs-verificat fosilele şi concepţiile şi a ajuns la o concluzie. Copilul din Taung reprezenta o fiinţă foarte veche (copilul, estimează savanţii de astăzi, a trăit într-o perioadă situată între unul şi două milioane de ani în urmă), care avea creierul doar ceva mai mare decît al unei maimuţe primate, dar cu o structură care în unele privinţe aminteşte

mai mult de creierul omenesc decît de cel al primatelor. În plus, deşi fiinţa avea faţa unei primate, ea mergea în mod obişnuit vertical, ca un om.

Pe 7 februarie 1925, Dart şi-a făcut publică descoperirea şi concluziile în săptămînalul ştiinţific britanic *Nature*. Din articolul devenit între timp celebru făcea parte şi sugestia că acel copil din Taung era membru al unei „specii de primate dispărute, intermediară între antropoidele care trăiesc astăzi şi om".

Spre deosebire de Dubois, Dart nu plecase în căutarea verigii lipsă şi era un evoluţionist prea cult pentru a crede că exista o singură „verigă", bine definită, care să răspundă la întrebările omenirii privind trecutul său. Dar era sigur că descoperirea sa, pe care a denumit-o *Australopithecus africanus,* reprezenta o întreagă nouă familie care nu mai fusese întîlnită pînă atunci, probabil o verigă lipsă parţială, şi cu siguranţă o piesă importantă în enigma evoluţiei umane.

Articolul său a generat imediat o furtună violentă de contestări. Pe umerii săi s-a prăvălit ca o stîncă greutatea comunităţii ştiinţifice. Nu numai că Dart lucrase într-o regiune, Africa, despre care toată lumea ştia că nu era locul potrivit pentru aşa ceva – în definitiv Asia era promiţătorul „leagăn al omenirii" care avea să furnizeze fosilele corespunzătoare –, dar interpretarea pe care a dat-o descoperirii sale era complet în afara subiectului. Cel puţin aşa declarau vehement „experţii". Sir Arthur Keith, examinînd un mulaj de ghips al copilului din Taung, mai tîrziu în aceeaşi vară, a sintetizat în bună măsură opinia experţilor atunci cînd a scris revistei *Nature,* punînd la îndoială concluzia că copilul din Taung era un punct de mijloc între

primate şi om. „O examinare a mulajului", scria el, „va da satisfacţie zoologilor care consideră această afirmaţie drept absurdă. Craniul aparţine unei maimuţe antropoide tinere – aflată în al patrulea an de viaţă, deci un copil – şi prezentînd atît de multe afinităţi cu cele două antropoide africane existente astăzi, gorila şi cimpanzeul, încît nu trebuie să ezităm nici o clipă să plasăm forma fosilă în grupul acestora." Cît despre afirmaţia lui Dart că mulajul endocranian ar indica unele caracteristici omeneşti ale creierului, Keith a caracterizat-o drept „supoziţie hazardată".

Şi-apoi, nu stabilise omul din Piltdown o dată pentru totdeauna că creierul primilor oameni fusese de mari dimensiuni şi precedase mersul biped? Parvenitul acesta de Dart se înşela în toate privinţele! Şi, dintre toate locurile posibile, în Africa!

Astfel, printr-o fluturare colectivă a mîinii comunităţii ştiinţifice, Dart şi al său *Australopithecus africanus* au fost trimişi la plimbare fără prea multă vorbă.

Totuşi, spre deosebire de Dubois, Dart nu era dispus să-şi îngroape descoperirea şi nici ideile. În pofida lipsei de fonduri şi de susţinere oficială, el a continuat să caute alte dovezi, convins că acestea vor fi găsite în cele din urmă şi astfel copilul din Taung va fi răzbunat.

De data aceasta, povestea a avut un final fericit.

„Nu-ţi vine să crezi... Iată un om care a făcut una dintre cele mai mari descoperiri din istoria lumii – o descoperire care ar putea concura ca importanţă cu *Originea speciilor* a lui Darwin, şi civilizaţia engleză îl tratează de parcă ar fi un şcolar obraznic...", scria Robert Broom, un paleontolog scoţian şi doctor, protagonistul următorului capitol din povestea lui Dart.

Etichetat drept excentric, egomaniac, lipsit de maniere, înfumurat şi încăpăţînat ca un catîr, Broom îşi clădise deja reputaţia de vînător de fosile în Africa de Sud atunci cînd a decis să susţină cauza lui Dart şi a copilului din Taung. Născut în Scoţia în 1866, Broom şi-a petrecut cîţiva ani din viaţă în Australia înainte de a începe practica medicală în Africa de Sud în jurul anului 1900. Specialitatea lui Broom o constituiau fosilele reptilelor mamifere timpurii din Africa de Sud. Era un om hotărît, energic şi de succes. În 1920 a fost ales în Royal Society, iar în 1928 a primit Medalia Regală din partea societăţii pentru activitatea sa în legătură cu mamiferele. Cînd a citit articolul lui Dart publicat în numărul din februarie 1925 al revistei *Nature*, Broom i-a scris de îndată autorului şi l-a felicitat pentru descoperirea sa „splendidă". Două săptămîni mai tîrziu, neanunţat, a dat buzna în laboratorul lui Dart şi a căzut în genunchi în faţa mesei de lucru pe care stătea craniul de la Taung. A fost una din acţiunile caracteristice pentru melodramaticul Broom; apoi, după ce în week-end-ul acela a studiat pe îndelete craniul, scoţianul s-a angajat să găsească alte fosile care să-i stabilească autenticitatea.

Din nefericire, angajamente anterioare l-au împiedicat pe Broom să dedice mult timp căutării altor australopiteci pînă în 1936 cînd, la vîrsta de 69 de ani, a început o serie de expediţii de anvergură.

După ce în sfîrşit a pornit la treabă, a muncit cu înverşunare. Îl admira pe Dart, dar „Dart nu era un luptător", avea să scrie el mai tîrziu. Broom era însă pregătit să lupte pentru amîndoi.

Rezultatele pe care le-a obţinut au fost uluitoare.

Răspîndind vestea că a demarat căutările, el a aflat de

la doi studenţi ai lui Dart că mai exista o exploatare comercială de calcar la Sterkfontein, în apropiere de Johannesburg. I-a contactat pe managerii exploatării şi i-a rugat să fie vigilenţi cît timp el îşi va continua cercetările în alte situri. Cînd a ajuns la Sterkfontein în august 1936, la doar cîteva luni după începerea investigaţiilor, Broom a început să scotocească prin grămezile de deşeuri adunate acolo şi despre care managerii credeau că ar putea fi interesante pentru el. Incredibil, el a descoperit rapid un minunat craniu de *Australopithecus* – şi un mulaj endocranian complet şi intact!

Norocul şi aventurile sale au continuat. În 1938 a aflat că un elev din Kromdraai, localitate situată cam la o milă de Sterkfontein, se afla în posesia unor dinţi cu aspect neobişnuit. L-a găsit pe băiat chiar în toiul unei zile de şcoală, a intrat fără complexe în clasă, a cumpărat dinţii pe loc şi a aflat că puştiul avea în apropiere o mulţime de alte comori. Mai era o oră şi ceva pînă la sfîrşitul programului de şcoală şi, nevrînd să-l scape pe puşti din ochi, Broom l-a convins pe directorul şcolii să-l lase să ţină o lecţie în faţa elevilor. În ora care a urmat, desenînd pe tablă, el a vorbit despre fosile şi peşteri în faţa a patru învăţători şi 120 de elevi. De îndată ce a sunat clopoţelul, a plecat cu băiatul pe un deal din apropiere, unde acesta ascunsese un maxilar de *Australopithecus* care mai avea ataşaţi doi dinţi.

Broom a continuat să dezgroape alte situri şi alte fosile de *Australopithecus*, mai multe cranii, maxilare, dinţi şi un bazin pelvian aproape complet, fragmente de omoplaţi şi oase de braţe şi picioare. Spre sfîrşitul deceniului al cincilea, Dart, care revenise în domeniul acesta de activitate după cîţiva ani de absenţă, descoperise şi el un sit important

Robert Broom (Neg. No. 34215, Foto: Julius Kirschner, Prin amabilitatea Department Library Services, American Museum of National History)

la Makapansgat. Pînă în 1948, Dart şi Broom, ajuns la respectabila vîrstă de 81 de ani, adunaseră destule dovezi pentru a-i convinge pe membrii altădată sceptici ai comunităţii ştiinţifice că *Australopithecus* a existat nu numai într-o singură formă, ci în două – una zveltă, iar alta mai robustă şi mai scundă. Totuşi, ambele forme aveau creierul mic, faţa ca de primată şi obişnuinţa mersului vertical pe care le avusese şi descoperirea iniţială a lui Dart. Şi ambele forme erau rude foarte vechi ale oamenilor. Pînă şi scepticul Arthur Keith a fost obligat să-şi reconsidere evaluarea anterioară în lumina valului copleşitor de dovezi care se revărsau din Africa.

„Profesorul Dart a avut dreptate, iar eu m-am înşelat", scria el într-o scrisoare adresată revistei *Nature*. „Dintre toate formele fosile care ne sînt cunoscute, australopitecii sînt cel mai strîns înrudiţi cu omul şi cel mai probabil să se afle în linie directă ca ascendenţi ai omului", a continuat el cu entuziasm în cartea sa *A New Theory of Human Evolution (O nouă teorie a evoluţiei umane)*, publicată în 1948. A mers chiar pînă la a propune ca australopitecii să fie redenumiţi „dartieni", în onoarea descoperitorului lor.

Şi totuşi, nu toată lumea era de acord cu această ipoteză. Chiar şi după jenanta demascare a falsului de la Piltdown din anii cincizeci, unii evoluţionişti continuau să susţină că creierul mare şi nu mersul vertical fusese factorul hotărîtor în evoluţia omului. Louis Leakey, unul dintre cei mai vehemenţi critici ai locului atribuit australopitecilor în evoluţia omului, se afla chiar atunci la lucru în Africa, încercînd să găsească fosile care să-i susţină convingerea că omul se formase cu cîteva milioane de ani în urmă şi rămăsese neschimbat de atunci. Leakey considera că *Australopithecus,* omul din Java, omul din Pekin, omul din Neanderthal şi toţi ceilalţi nu erau decît experimente evolutive nereuşite, în cel mai bun caz veri sau ramuri colaterale ale omenirii care au sfîrşit prin extincţie.

În a doua jumătate a secolului XX, Leakey, soţia sa Mary, arheolog talentat, şi ulterior fiul lor Richard, la fel de celebru şi de strălucit, vor face o serie de descoperiri spectaculoase care, alături de tot atît de spectaculoasele descoperiri în legătură cu australopitecii ale tînărului om de ştiinţă Donald Johnson, vor genera un nou val de controverse în lumea ştiinţifică.

Mare parte a confruntării se va centra din nou în jurul lui *Australopithecus*. Era acesta un strămoş direct care a devenit în cele din urmă omul modern, sau doar un văr pe scara evoluţiei, trăind paralel cu linia *Homo*, amîndoi provenind dintr-un strămoş comun, încă nedescoperit?

În cea mai mare parte a ceea ce a mai rămas din secolul XX, confruntările s-au dezlănţuit pe măsură ce cercetătorii şi-au continuat tentativele de a descifra obîrşia familiei omeneşti.

EPILOG

Anul 1945 a fost un moment al marilor contraste: uşurarea şi optimismul că se pusese în sfîrşit capăt unui război devastator, pe fondul cumplitei orori provocate de bombardarea oraşelor Hiroshima şi Nagasaki. Pentru prima oară savanţii şi-au părăsit institutele de cercetare şi laboratoarele universitare spre a vorbi despre responsabilitatea politică şi socială a celor care posedă cunoaşterea. Mulţi fizicieni, printre care Niels Bohr şi Albert Einstein, au devenit exponenţi activi ai unor cauze precum Atomii pentru Pace, o organizaţie dedicată dezvoltării utilizării paşnice a energiei atomice, şi încheierea unor tratate care să interzică folosirea armelor atomice. Şi mulţi biologi au început să vorbească despre efectele radiaţiilor asupra fiinţelor de toate felurile şi asupra oamenilor în special. Ciuperca radioactivă a bombei atomice a schimbat pentru totdeauna planeta şi lumea ştiinţei.

Ştiinţa s-a schimbat şi în alte feluri. În cei cincizeci de ani care au trecut începînd din 1895, ştiinţa a devenit din în ce în ce mai mult un efort colectiv, de echipă. Laboratoarele şi institutele au devenit pepiniere ale noilor dezvoltări şi descoperiri, de la Laboratorul Cavendish de fizică pînă la „Camera muştelor" a lui Morgan de la Universitatea Columbia. Aspectele tot mai complexe întîlnite au

produs noi ramuri ale ştiinţei, cum ar fi neuroanatomia şi fizica subatomică. Iar progresul ştiinţific avea nevoie de echipamente tot mai specializate şi mai scumpe, care nu puteau fi finanţate decît prin intermediul unor fonduri instituţionale, resurse de cercetare şi dezvoltare ale unor corporaţii sau prin subvenţii guvernamentale. Trecuseră vremurile cînd Copernic putea să stea singur într-un turn şi să calculeze structura universului, sau cînd Benjamin Franklin putea să se retragă din afaceri şi, fără o pregătire instituţionalizată, să aducă contribuţii importante la înţelegerea electricităţii. Mai mult ca oricînd, ştiinţa avea nevoie nu numai de calităţile speciale ale obiectivităţii corelate cu creativitatea, dar şi de capacitatea de a face schimb de idei, de a învăţa de la alţii şi de a profita de pe urma pregătirii de specialitate.

În plus, creşterea cheltuielilor legate de cercetare a avut un efect negativ. Din ce în ce mai dependentă de sprijinul primit din partea guvernelor şi a marilor corporaţii, ştiinţa a ajuns să fie tot mai legată de interese speciale şi mai secretoasă. Fluxul internaţional al informaţiilor din timpul şi de după Proiectul Manhattan a fost încetinit sau blocat complet în unele cazuri, din momentul în care naţiunile şi interesele private au început să-şi protejeze descoperirile.

Dar ştiinţa era, în multe privinţe, mai interesantă ca oricînd. Prima jumătate a secolului XX a văzut atomul structurat şi restructurat, legat de nucleul său intern şi descompus. O nouă idee denumită relativitate a dus fizica clasică – un sistem de gîndire care a guvernat ştiinţele fizice vreme de două secole – într-o adevărată vrie.

Dincolo de aceste schimbări, un întreg nou univers şi-a deschis porţile în lumea atomică: ideea revoluţionară de

cuantă a modificat pentru totdeauna idcile noastre despre un univers ordonat şi previzibil. Materia însăşi nu era un lucru palpabil şi stabil, ci un dans complicat de particule, interacţiuni şi, cel mai tulburător, de hazard.

În domeniul ştiinţelor vieţii s-au născut noi şi puternice concepte: ereditatea controlată de entităţi minuscule, microscopice din interiorul celulelor unui organism; „gloanţe magice" care distrug inamicii unui organism; înlocuitori sintetici ai substanţelor produse în mod normal de organism, cum ar fi insulina, sau de regimul alimentar, cum ar fi vitaminele, pentru menţinerea vieţii.

În 1945, multe rămăseseră de făcut. Multe întrebări continuau să-şi aştepte răspunsul, iar unele descoperiri importante aşteptau imediat „după colţ". Exploratorii atomici abia începuseră să cerceteze tărîmul atomic. Noi instrumente şi metode de măsurare sofisticate vor scoate la lumină alte descoperiri extraordinare, dincolo chiar de proton, neutron şi minusculul electron. Ce noi mistere avea de dezvăluit atomul? Care era legătura dintre atomi, molecule şi „cărămizile" constituente esenţiale ale fiinţelor vii? Care era mecanismul care îngăduia cromozomilor să se replice? Din ce material erau alcătuite genele? Şi cum purtau ele planul detaliat al caracteristicilor descendenţilor? Care este originea vieţii? Cum a început universul? Se extinde el oare? Mai există planete pe care să se fi dezvoltat organisme vii sau civilizaţii?

A doua jumătate a secolului XX în ştiinţă va scoate la lumină o şi mai uluitoare lume a cunoaşterii, o lume accesibilă savanţilor, pentru că ei au putut să se ridice pe umerii bărbaţilor şi femeilor care au trăit înaintea lor – cărora le-a plăcut să pună întrebări şi să caute răspunsuri.

ANEXĂ

METODA ŞTIINŢIFICĂ

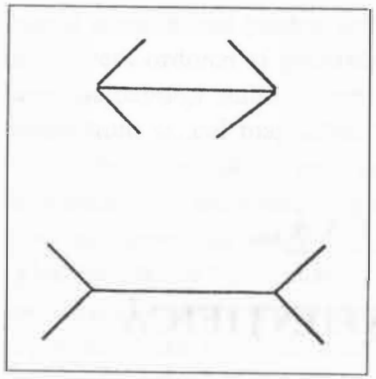
... odată ce ochii ni s-au deschis... nu ne mai putem întoarce la vechea viziune asupra lumii... Dar în fiecare revoluţie a gîndirii ştiinţifice, cuvinte noi sînt puse pe vechea muzică, iar ceea ce a dispărut mai devreme nu este distrus, ci readus în centrul atenţiei.

A. S. Eddington

Ce este ştiinţa? Prin ce diferă ea de alte tipuri de gîndire? Şi ce fel de oameni sînt savanţii? Cum gîndesc ei şi ce vor să spună cînd discută despre „activitatea ştiinţifică"?

Ştiinţa nu înseamnă numai eprubete sau aparate ciudate. Şi nici doar broaşte disecate sau denumiri de specii vegetale. Ştiinţa este un mod de gîndire, o modalitate vitală, care se dezvoltă permanent, de a privi lumea. Este o modalitate de a descoperi cum funcţionează lumea – o modalitate aparte, care foloseşte un set de reguli concepute de oamenii de ştiinţă pentru a-i ajuta să-şi descopere totodată propriile greşeli.

Oricine ştie cît este de uşor să greşim cu privire la



Aparenţele pot fi înşelătoare: aceste două linii au aceeaşi lungime.

ceea ce vedem, auzim sau percepem într-un fel sau altul. Dacă nu sînteţi convinşi, priviţi cele două linii orizontale din figura de mai sus. Prima arată ca o săgeată bi-direcţională. Cealaltă are vîrfurile săgeţilor inversate. Care dintre ele credeţi că este mai lungă (fără a include şi vîrfurile săgeţilor)? Acum măsuraţi-le pe amîndouă. Întocmai, cele două linii au exact aceeaşi lungime. Deoarece este atît de uşor să ne înşelăm cînd facem observaţii şi tragem concluzii, oamenii au pus la punct un sistem, numit „metodă ştiinţifică", pentru întrebarea „Cum pot să fiu sigur?" Dacă v-aţi dat osteneala ca într-adevăr să măsuraţi cele două linii din exemplul nostru în loc să ne credeţi pe cuvînt că liniile au aceeaşi lungime, atunci înseamnă că gîndiţi ca un om de ştiinţă. Şi anume, vă testaţi propriile observaţii. Verificaţi informaţia pe care v-am dat-o, conform căreia cele două linii „au exact aceeaşi lungime", folosindu-vă în acest scop de unul dintre cele mai puternice instrumente ale ştiinţei: cuantificarea sau măsurarea liniilor.

Cu circa 2400 de ani în urmă, filozoful grec Aristotel

a afirmat că atunci cînd două obiecte de greutăţi diferite sînt lăsate să cadă de la o anumită înălţime, cel mai greu va lovi primul solul. Era o argumentaţie de bun-simţ. În definitiv, oricine doreşte să facă un test poate să facă o „observaţie" şi să constate că dacă laşi să cadă simultan o frunză şi o piatră, piatra va ateriza prima. Încercaţi şi singuri în camera dumneavoastră, cu o foaie de hîrtie şi un prespapier. Totuşi, nu mulţi au fost grecii care au făcut un asemenea test. De ce să se mai complice cînd răspunsul era deja cunoscut? Şi, fiind ei nişte filozofi care credeau în puterea minţii umane de a *rezolva prin raţionament* astfel de probleme, fără a mai fi nevoie să recurgă la „teste", au considerat că o asemenea îndeletnicire ar fi inacceptabilă din punct de vedere intelectual şi social.

Cîteva secole mai tîrziu, Galileo Galilei, un italian genial căruia îi plăcea să rezolve singur problemele care îl preocupau, a făcut totuşi nişte teste. Asemenea oamenilor de ştiinţă de azi, el nu s-a mulţumit să observe obiectele în cădere. Folosindu-se de două bile de greutăţi diferite, de un dispozitiv de măsurare a timpului şi de un plan înclinat, sau o rampă, el a lăsat bilele să se rostogolească pe rampă şi le-a *măsurat* mişcarea cu atenţie. Şi a făcut asta nu o dată, ci de mai multe ori, înclinînd planul la diferite unghiuri. Rezultatele obţinute de el, care continuă şi astăzi să agreseze bunul-simţ al multor oameni, demonstrează că, dacă neglijăm rezistenţa aerului, toate obiectele lăsate să cadă de la aceeaşi înălţime vor ajunge la sol în acelaşi timp. Într-un vid perfect (care nu putea fi creat pe vremea lui Galilei), toate obiectele ar cădea cu aceeaşi viteză! Puteţi efectua şi singuri un test aproximativ în acest sens (deşi nu este în nici un caz un experiment precis), mototolind o

foaie de hîrtie şi dîndu-i drumul să cadă în acelaşi timp cu un prespapier.

Experimentele lui Galilei (pe care le-a consemnat cu meticulozitate, pas cu pas) şi concluziile pe care le-a tras pe baza acestor experimente demonstrează un alt atribut important al ştiinţei. Oricine doreşte poate duplica experimentul şi poate chiar verifica rezultatele sau, căutînd erori sau deficienţe ale experimentului, poate demonstra că acesta este eronat, parţial sau în întregime. Nimeni n-a demonstrat vreodată că Galileo s-a înşelat. Şi după mulţi ani, cînd a fost posibil să se creeze incinte vidate (deşi experimentele lui au fost îndeajuns de corecte ca să convingă pe toată lumea cu mult înainte de asta), concluziile sale au trecut proba testelor.

Galilei a arătat nu doar că Aristotel s-a înşelat. El a demonstrat cum, prin observaţie, experiment şi cuantificare, Aristotel, dacă ar fi dorit, ar fi putut să-şi dovedească sieşi că s-a înşelat – şi în felul acesta să-şi schimbe opinia! Mai înainte de orice, metoda ştiinţifică este o modalitate de a te împiedica să te amăgeşti – sau de a îngădui naturii (ori altora) să te amăgească.

Firesţe, ştiinţa înseamnă mai mult decît observaţie, experiment şi prezentarea rezultatelor. Nimeni nu mai poate azi să citească un ziar sau o revistă fără să înţeleagă rapid că ştiinţa debordează de „teorii". „UN ASTRONOM DE LA OBSERVATORUL X A GĂSIT NOI DOVEZI CARE PUN SUB SEMNUL ÎNTREBĂRII TEORIA RELATIVITĂŢII", SPUNE O REVISTĂ. „SISTEMUL ŞCOLAR DIN STATUL Y CONDAMNĂ CĂRŢILE CARE ACCEPTĂ FĂRĂ NICI UN DUBIU TEORIA EVOLUŢIONISTĂ A LUI DARWIN", RELATEAZĂ UN ZIAR. „REZULTATE NOI ŞI BIZARE ALE TEORIEI CUANTICE CARE SPUN CĂ S-AR PUTEA CA

NOI SĂ NU EXISTĂM!", strigă o altă publicaţie. Ce-i cu povestea asta numită *teorie*?

Puţini oameni de ştiinţă mai pretind azi că folosesc „metoda ştiinţifică" complet „detaşată" şi obiectivă propusă de filozoful Francis Bacon şi de alţii în zorii revoluţiei ştiinţifice din secolul al XVII-lea. Această „metodă", în forma ei cea mai simplă, sugerează că, în încercarea de a răspunde la întrebările puse de natură, cel care cercetează secretele naturii trebuie ca, obiectiv şi fără prejudecăţi, să observe, să experimenteze şi să adune datele despre fenomene. „Nu fac nici un fel de ipoteză", anunţa Isaac Newton după ce demonstrase legea universală a gravitaţiei, atunci cînd s-a sugerat că el ar putea avea măcar o idee despre *ce este gravitaţia*. Istoricii au remarcat că, de fapt, Newton avea cîteva idei, sau „ipoteze", cu privire la posibila natură a gravitaţiei, dar în general le-a ţinut numai pentru sine. Din punctul de vedere al lui Newton, se făcuseră deja prea multe ipoteze şi prea puţină atenţie se acordase adunării atente a faptelor şi cifrelor verificabile.

Cu toate acestea, astăzi ştim că oamenii de ştiinţă nu respectă întotdeauna căile simple şi limpezi trasate de „metoda ştiinţifică". Uneori, fie înainte, fie după desfăşurarea experimentelor, un savant are o idee sau o „intuiţie" (cu alte cuvinte, o ipoteză nu tocmai bine pusă la punct) care sugerează o nouă abordare ori o cale diferită de rezolvare a problemei. Atunci respectivul om de ştiinţă va desfăşura experimente şi va aduna date în încercarea de a demonstra sau de a contesta această ipoteză. Uneori cuvîntul *ipoteză* este folosit cu uşurinţă în conversaţiile cotidiene, dar pentru ca o ipoteză ştiinţifică să fie valabilă, ea trebuie să înglobeze o anumită modalitate prin care să se

poată dovedi că e adevărată – sau falsă, dacă este falsă. Cu alte cuvinte, ea trebuie să fie „falsificabilă".

Nu toţi oamenii de ştiinţă desfăşoară ei înşişi experimentele. De exemplu, majoritatea teoreticienilor îşi expun argumentaţia cu ajutorul matematicii. Dar ipotezele, pentru a fi luate în serios de comunitatea ştiinţifică, trebuie să conţină întotdeauna semintele „falsificabilităţii" prin experiment şi observaţie.

Pentru a deveni teorie, o ipoteză trebuie să treacă prin mai multe teste. Trebuie să fie verificată prin experimente, efectuate nu doar de un singur savant care desfăşoară experimentele sau face observaţiile, ci şi de alţii care efectuează independent alte experimente. Abia cînd a fost consolidată de numeroase încercări şi evaluări, ipoteza poate fi adusă la cunoştinţa comunităţii ştiinţifice sau a lumii în general ca *teorie*.

Este important să reţinem că pînă şi o teorie poate fi supusă „falsificării" sau corecţiei. O bună teorie, de exemplu, va face „predicţii" – evenimente pe care cei care o verifică le pot căuta pentru a-i testa valabilitatea. Pînă cînd teorii bine cunoscute, precum teoria relativităţii a lui Einstein sau teoria evoluţionistă a lui Darwin, să ajungă în manuale, ele au supravieţuit unei game întregi de verificări pînă la limita la care au devenit instrumente de lucru productive pentru alţi oameni de ştiinţă. Dar în ştiinţă nici o teorie nu poate fi acceptată ca fiind pe de-a-ntregul „demonstrată". Ea trebuie să rămînă mereu deschisă la verificări şi cercetări ulterioare, pe măsură ce apar noi fapte şi observaţii. Tocmai această calitate a ştiinţei de a se autocorecta o face să fie în acelaşi timp cea mai dificilă şi cea mai productivă dintre tentativele omenirii de a înţelege modul cum

funcţionează natura. Acest tip de gîndire critică constituie elementul-cheie al activităţii ştiinţifice.

Versiunea caricaturală a omului de ştiinţă portretizat ca un individ rigid, cu ochelari, îmbrăcat în halat alb, sigur pe infailibilitatea sa, e cît se poate de departe de adevăr. Oamenii de ştiinţă, atît bărbaţii, cît şi femeile, sînt oameni la fel ca şi noi, şi sînt de toate rasele, dimensiunile corporale şi înfăţişările, cu sau fără ochelari. Ca grup, întrucît metodologia lor se concentrează atît de mult pe descoperirea erorilor şi pe gîndirea critică, ei sînt probabil mai conştienţi decît noi, ceilalţi, de cît de uşor este să te înşeli. Dar le place să aibă dreptate ori de cîte ori este posibil şi le place să acţioneze întru găsirea răspunsurilor corecte la întrebări. De obicei, acesta este motivul pentru care devin oameni de ştiinţă.

CRONOLOGIE

A DOUA JUMĂTATE A SECOLULUI AL XIX-LEA

1857 Gregor Mendel începe studiul său statistic de opt ani avînd ca obiect mazărea.

1860–1870 Începuturile analizei spectrale cantitative.

1882 Walther Flemming îşi publică descoperirile despre un proces pe care-l denumeşte „mitoză", replica a ceea ce ulterior va ajunge să poarte numele de „cromozomi".

1883 Camillo Golgi descoperă „celulele lui Golgi", un tip de celule aparţinînd sistemului nervos.

1885 Johann Balmer publică formula pentru frecvenţele liniilor spectrale ale atomului de hidrogen.

1887 Heinrich Hertz descoperă efectul fotoelectric.

1887 Experimentul Michelson-Morley pentru detectarea eterului.

1887 Edouard van Beneden demonstrează că numărul cromozomilor este constant în toate celulele unui organism şi observă că fiecare specie pare să aibă un număr caracteristic de cromozomi per celulă.

1891 George Johnstone Stoney propune ca particula fundamentală a electricităţii să fie denumită electron.

1893 Santiago Ramón y Cajal propune ipoteza că procesul de învăţare rezultă dintr-o creştere a conexiunilor dintre neuroni.

1893 Henry Ford construieşte prima sa „trăsură fără cai" experimentală.

1894 J.J. Thomson anunţă că viteza radiaţiilor catodice este mult mai mică decît cea a luminii.

1894 Eugène Dubois anunţă descoperirea omului din Java.

1895 Sir William Ramsay descoperă elementul heliu pe Pămînt şi constată că acesta ar trebui să stea între hidrogen şi litiu în tabelul periodic al elementelor.

1895 E.E. Barnard fotografiază Calea Lactee.

1895 Hendrik Lorentz dezvoltă independent ceea ce astăzi denumim contracţia Lorentz-FitzGerald.

1895 Wilhelm Konrad Röntgen descoperă razele X.

1895 Jean-Baptiste Perrin demonstrează că radiaţiile catodice sînt particule încărcate.

1895 Relaţia Lorentz dintre masă şi viteză.

1895 Este dezvoltată camera cu ceaţă.

1895 Primul doctorat acordat de o universitate germană unei femei pe baza unui proces normal de examinare.

1896 Henri Becquerel descoperă radioactivitatea atunci cînd observă o radiaţie ciudată penetrantă emisă de o probă de sare de uraniu.

1896 Lorentz şi Pieter Zeeman descoperă efectul Zeeman.

1897 Edouard Buchner descoperă că un extract de drojdie lipsit de celule poate transforma zahărul în alcool (fermentare în absenţa celulelor vii), marcînd începuturile biochimiei. Anterior, chimiştii credeau că procesele asociate cu viaţa pot avea loc numai în interiorul celulelor vii.

1897 Thomson descoperă electronul.

1897 Marie Curie demonstrează existenţa radiaţiei de uraniu emisă de atomul de uraniu.

1897 Ernest Rutherford denumeşte radiaţiile alfa şi beta.

1898 Războiul hispano-american izbucneşte în februarie; tratat semnat în decembrie.

1898 Olandezul Martinus Willem Beijerinck anunţă că boala mozaicul tutunului este provocată de un agent infecţios pe care l-a denumit virus filtrabil; el este primul care a identificat un virus.

1898 Descoperirea radiului de către Marie şi Pierre Curie. Marie Curie inventează termenul *radioactivitate* şi totodată detectează poloniul.

1898 Thomson propune modelul atomic al „stafidelor în tort".

1899 Ernst Heinrich Haeckel publică ideea că gîndirea, deşi rezultată în urma creaţiei, depinde de corp şi nu supravieţuieşte morţii corpului.

1899 Fiziologul germano-american Jacques Loeb descoperă partenogeneza atunci cînd reuşeşte să aducă la maturitate ouă de arici de mare nefertilizate după ce le-a schimbat mediul.

PRIMA PARTE A SECOLULUI XX

1900 Descoperirea de către Max Planck a legii radiaţiei corpului negru marchează începuturile teoriei cuantice.

1900 Creşterea masei o dată cu viteza, care fusese prezisă de Lorentz (contracţia Lorentz-FitzGerald), este măsurată pentru prima dată, dar nimeni nu deţine o teorie fizică cuprinzătoare care să o explice.

1900 Hugo de Vries descoperă lucrarea lui Mendel despre mutaţiile plantelor de mazăre şi îşi publică propriile descoperiri privind mutaţiile; independent, alţi doi savanţi fac descoperiri similare şi descoperă şi ei în acelaşi an lucrarea lui Mendel.

1900 Paul Villard descoperă ceea ce ulterior va primi numele de radiaţie gama.

1901 Jokichi Takamine din Japonia descoperă adrenalina şi o sintetizează; Thomas Bell face independent aceeaşi descoperire.

1901 Pierre Curie lucrează asupra energiei radioactive şi obţine prima indicaţie că o nouă sursă de energie s-ar putea ascunde undeva în interiorul atomului.

1902 Studii mai detaliate ale efectului fotoelectric efectuate de Philipp von Lenard, prima oară remarcat în 1887.

1902 William Bayliss şi Ernest Starling stabilesc importanţa hormonilor atunci cînd descoperă secretina, hormonul care controlează pancreasul şi este secretat de pereţii intestinului subţire.

1902 Walter S. Sutton arată asemănările dintre comportamentul cromozomilor şi factorii ereditari ai lui Mendel.

1903 Orville şi Wilbur Wright efectuează primul zbor al unui om, în apropiere de Kitty Hawk, în statul Carolina de Nord.

1903 Publicarea lucrării lui Sutton *Chromosome Theory of Heredity* sprijină sugestia sa anterioară şi argumentează că fiecare ou sau celulă de spermă conţine doar una din fiecare pereche de cromozomi.

1904 Ramón y Cajal confirmă teoria care susţine că sistemul nervos este alcătuit numai din celule nervoase şi prelungirile lor.

1905 Albert Einstein introduce cuanta de lumină (ulterior denumită foton) şi dezvoltă teoria specială a relativităţii.

1906 Frederick Gowland Hopkins publică prima lucrare despre „factorii alimentari auxiliari", care mai tîrziu au ajuns să fie cunoscuţi sub numele de vitamine.

1906 Cutremurul şi incendiul de la San Francisco, 18–19 aprilie.

1907 Thomas Hunt Morgan îşi începe cercetările asupra musculiţei de oţet (*Drosophila melanogaster*) care vor demonstra rolul cromozomilor în ereditate, vor confirma teoria mutaţiilor şi vor conduce la înţelegerea fundamentală a eredităţii.

1908–1909 Perrin calculează dimensiunea aproximativă a atomilor din observaţii efective – o demonstraţie definitivă a existenţei acestora.

1908–1909 Rutherford începe (împreună cu Hans Geiger) cercetările privind împrăştierea particulelor alfa de către o foiţă de aur.

1909 Wilhelm Johannsen din Danemarca inventează cuvîntul *genă* pentru a descrie purtătorul eredităţii. El mai stabileşte şi termenii *genotip* (constituţia genetică a unui organism) şi *fenotip* (organismul propriu-zis rezultat din genotip în combinaţie cu factorii de mediu).

1910 Morgan descoperă că anumite caracteristici moştenite sînt în legătură cu sexul.

1910 După teste numeroase, Paul Ehrlich şi colaboratorii săi descoperă salvarsanul (arsfenamina sau „numărul 606"), un remediu pentru sifilis şi alte cîteva boli.

1911 Rutherford îşi prezintă descoperirea nucleului atomic.

1911 Charles Wilson îşi perfecţionează camera cu ceaţă.

1911 Robert Millikan calculează sarcina electronu-

lui, pentru care mai tîrziu va primi premiul Nobel.

1911 Victor Franz Hess cercetează radiaţiile cosmice.

1912 Transatlanticul *Titanic* se scufundă în Atlanticul de Nord la prima sa călătorie; 1513 oameni îşi pierd viaţa.

1913 Niels Bohr îşi publică primele articole despre modelul său atomic şi îşi prezintă teoria pentru prima oară în faţa unui public internaţional la Birmingham, Anglia.

1913 Johannes Stark anunţă despicarea liniilor spectrale ale atomului de hidrogen cînd acesta este expus unui cîmp electrostatic (efectul Stark).

1913 Experimentele lui Henry Moseley aduc definitiv ordinea în tabelul periodic al elementelor.

1913 Bohr susţine la Societatea Daneză pentru Fizică o conferinţă care conţine germenii principiului corespondenţei.

1914 Asasinarea arhiducelui austriac Franz Ferdinand şi a soţiei sale la Sarajevo precipită izbucnirea primului război mondial.

1914 Experienţa Franck-Hertz confirmă ideile lui Bohr privind salturile cuantice.

1914 Lucrarea lui Moseley cu privire la numărul atomic.

1914 Echipa alcătuită din William Henry Bragg şi William Lawrence Bragg, tată şi fiu, determină lungimea de undă a razelor X.

1914 Rutherford propune teoria protonului.

1915 Canalul Panama este inaugurat oficial la 12 iulie.

1915 Apare *Mecanismul mendelian al eredităţii*, de Thomas Hunt Morgan, Calvin Bridges, Alfred Sturtevant şi Hermann Muller, care devine o lucrare clasică în genetică.

1915-16 Descoperirea bacteriofagilor (viruşi care se hrănesc cu bacterii) de către Frederick William Twort şi, independent, de Félix-Hubert d'Hérelle.

1916 Teoria generală a relativităţii a lui Einstein.

1916 Arnold Sommerfeld elaborează modelul atomic al lui Bohr calculînd că electronii trebuie să se mişte pe orbite eliptice şi nu circulare. Teoria lui Sommerfeld cu privire la structura fină a liniilor spectrale ale hidrogenului rezultă din aceasta.

1916-17 Eistein introduce probabilităţile în dinamica cuantică.

1916-22 Eforturi zadarnice de înţelegere a spectrului atomic al heliului.

1919 Rutherford observă primele transmutaţii artificiale ale elementelor şi descoperă primele indicaţii că forţele nucleare nu sînt de natură electromagnetică pură.

1919 Teste pentru devierea gravitaţională a luminii şi teoria generală a relativităţii.

1920 Sommerfeld introduce cel de-al patrulea număr cuantic.

1921 Einstein primeşte premiul Nobel pentru fizică.

1922 Bohr primeşte premiul Nobel pentru fizică.

1922 Frederick Banting şi Charles Best anunţă că au reuşit să izoleze insulina.

1923 Dirk Coster şi György Hevesy anunţă descoperirea elementului hafniu.

1923 Louis de Broglie asociază undele cu electronii (dualitatea undă-corpuscul). Îşi publică teoria ca teză de doctorat. Einstein o vede şi o consideră foarte importantă. Dovezi experimentale ulterioare (vezi anul 1927) îi demonstrează valabilitatea. Acesta este unul dintre elementele structurale de bază şi totodată una dintre dilemele teoriei cuantice.

1924 Hendrik Kramers şi John Slater îşi prezintă teoria conform căreia energia se conservă numai statistic în procesele atomice. Mai târziu, în acelaşi an, experienţele au dovedit că s-au înşelat.

1925 Wolfgang Pauli enunţă principiul excluziunii.

1925 Primul articol al lui Werner Heisenberg despre mecanica cuantică (mecanica matricială).

1925 Prima tratare cuprinzătoare a mecanicii cuantice, autori Max Born şi Werner Heisenberg.

1925 John Scopes, profesor din Tennessee, judecat pentru că a predat evoluţionismul.

1925 George Uhlenbeck şi Samuel Goudsmit anunţă prima teorie a spinului electronic.

1926 Pauli deduce formula lui Balmer pentru mecanica matricială.

1926 Primul articol al lui Erwin Schrödinger despre mecanica ondulatorie. El reprezintă un atac implicit la adresa mecanicii matriciale a lui Heisenberg. Dar ce anume este ceea ce „oscilează"? Schrödinger crede că e vorba de mici pachete reale de unde.

1926 Primul articol al lui Enrico Fermi despre „statistica Fermi-Dirac".

1926 Heisenberg rezolvă misterul spectrului heliului.

1926 Max Born introduce pentru prima oară conceptul de probabilitate în legătură cu mecanica cuantică, exprimîndu-şi dezacordul faţă de „undele" lui Schrödinger.

1926 Paul Dirac conferă mecanicii cuantice fundamentul statisticii cuantice şi al legii radiaţiei a lui Planck.

1926 Articolul lui Dirac privind teoria transformării a mecanicii cuantice.

1927 Primul articol al lui Dirac privind electrodinamica cuantică.

1927 Articolul lui Heisenberg despre principiul de incertitudine.

1927 Bohr prezintă conceptul complementarităţii.

1927 Începutul dialogului Einstein-Bohr la Solvay.

1927 Clinton Davisson şi George Thomson (fiul lui J.J. Thomson) obţin independent unul

de celălalt dovada experimentală pentru teoria lui de Broglie cu privire la dualitatea undă-corpuscul.

1928 Dirac descoperă ecuaţia de undă relativistă a electronului.

1928 Alexander Fleming descoperă din întîmplare un mucegai pe care îl denumeşte penicilină, cu proprietăţi antibacteriene neobişnuite.

1929 J.D. Cockcroft şi E.T.S. Walton construiesc primul accelerator de particule sau „spărgător de atomi".

1929 Bursa de acţiuni a Statelor Unite se prăbuşeşte; începe Marea Depresiune.

1930 A Şasea Conferinţă de la Solvay. Einstein îşi prezintă experimentul mental numit „ceasul din cutie". Bohr îl respinge. Einstein a început confruntarea pornind de la ideea că mecanica cuantică constituie o teorie completă. Nu agreează aspectele probabilistice – va ajunge să spună că „Dumnezeu nu joacă zaruri cu Universul".

1930 Dirac propune existenţa antimateriei.

1931 Pauli propune existenţa particulei neutrino.

1931 Prima relatare despre un ciclotron funcţional la Berkeley, California.

1931 Dirac postulează pozitronul.

1931 George Gamow duce la bun sfîrşit primul manual asupra fizicii nucleare teoretice.

1931 Generatorul electrostatic al lui Robert van de Graaf.

1931 Prima dovadă experimentală cu privire la pozitron.

1931 Fermi botează o particulă „neutrino" (a cărei existenţă fusese prezisă de Pauli), deşi aceasta va fi detectată abia în 1956.

1932 Descoperirea neutronului de către James Chadwick.

1932 Primul proces nuclear produs de un accelerator sub îndrumarea lui Cockcroft şi Walton.

1932 Carl David Anderson studiază radiaţiile cosmice.

1932 Anderson descoperă pozitronul (prezis de Dirac).

1932 Gerhard Domagk dezvoltă Prontosilul, primul dintre medicamentele sulfonamidice.

1933 Guvernul german demite evreii din posturile oficiale.

1934 Descoperirea radioactivităţii artificiale de către Irène şi Frédéric Joliot-Curie.

1934 Rutherford şi colaboratorii bombardează ţinte de deuteriu cu deuteron şi produce tritiu – obţinînd prima reacţie de fuziune nucleară.

1936 Teoria lui Bohr despre nucleul atomic compus.

1938 Ernst B. Chain şi Howard Walter Florey izolează şi purifică penicilina pentru utilizare clinică generalizată din mucegaiul descoperit cu zece ani mai devreme de către Fleming. Alături de Fleming, ei pri-

mesc în 1945 premiul Nobel pentru fiziologie sau medicină pentru realizarea lor.

1938 Otto Hahn şi Fritz Strassmann descoperă că iradierea uraniului cu neutroni produce bariu. Lise Meitner şi Otto Frisch interpretează acest rezultat ca fisiunea uraniului. Rapoartele lui Bohr şi Fermi cu privire la fisiune la o întrunire de fizică ţinută la Washington, D.C. marchează începutul activităţilor larg răspîndite în legătură cu cercetarea fisiunii.

1939 Izbucneşte cel de-al doilea război mondial.

1941 Preşedintele S.U.A. Franklin D. Roosevelt decide să continue cercetările cu privire la armele atomice.

1941 Baza militară americană de la Pearl Harbor este bombardată de japonezi, ceea ce provoacă intrarea Statelor Unite în război.

1942 Proiectul Manhattan este iniţiat în Statele Unite cu J. Robert Oppenheimer la timonă, într-o tentativă, încununată de succes, de construire a primei bombe atomice din lume.

1942 La Chicago, Fermi construieşte primul reactor nuclear şi obţine o reacţie în lanţ; de aici începe era atomică.

1945 La 6 august, bomba atomică este lansată de către Statele Unite asupra Hiroshimei; 9 august, o nouă bombă atomică americană este aruncată peste Nagasaki.

1945 La 2 septembrie ia sfîrşit al doilea război mondial.

GLOSAR

atom cea mai mică unitate chimică a unui element, constînd dintr-un nucleu dens, încărcat pozitiv, înconjurat de electroni cu sarcină negativă. Gînditorul grec Leucip şi elevul său Democrit au fost primii care au formulat în secolul al V-lea î.H. ideea despre atom ca fiind cea mai mică particulă în care poate fi divizată materia (cuvîntul *atom* vine de la grecescul *atomos* care înseamnă „indivizibil".) Dar spre sfîrşitul secolului al XIX-lea şi începutul secolului XX, savanţii au descoperit că atomul este alcătuit din particule şi mai mici, în majoritatea lor legate foarte puternic între ele.

bomba atomică o armă explozivă cu o putere distructivă uriaşă, a cărei forţă provine din eliberarea rapidă a energiei rezultate în urma fisiunii nucleelor atomice ale elementelor grele, cum ar fi uraniul sau plutoniul.

bomba cu hidrogen o armă a cărei putere distructivă provine din eliberarea bruscă de energie care are loc în timpul fuziunii nucleelor de hidrogen şi deuteriu (conţinînd un proton) în nuclee de heliu şi tritiu (conţinînd doi protoni). Bomba cu hidrogen foloseşte cantitatea uriaşă de căldură de la o bombă cu fisiune pentru a declanşa procesul de fuziune.

caracteristică ereditară o trăsătură care poate fi transmisă prin intermediul genelor de la o generaţie la alta.

ciclotron o instalaţie folosită pentru accelerarea particulelor subatomice la viteze imense de-a lungul unei traiectorii spirale prin intermediul unui cîmp magnetic fix şi a unui cîmp electric variabil. Ciclotroanele au fost folosite, de exemplu, pentru separarea diferiţilor izotopi de uraniu.

cromozom corp liniar găsit în nucleele tuturor celulelor vegetale sau animale care este răspunzător pentru determinarea şi transmiterea caracteristicilor ereditare.

cuantă o unitate mică, indivizibilă, sau pachet de energie.

deuteriu izotop al hidrogenului cu masa atomică de 2,0141, folosit în producerea apei grele. Nucleul său conţine atît un proton, cît şi un neutron (nucleul de hidrogen, mai răspîndit, conţine doar un proton).

Drosophila musculiţa de oţet folosită pe scară largă în studiile genetice deoarece are doar patru perechi de cromozomi şi se reproduce rapid.

durată de înjumătăţire timpul necesar pentru ca jumătate din nucleele dintr-o cantitate dată de izotop radioactiv să se descompună într-o altă substanţă. Cu alte cuvinte, după trecerea timpului de înjumătăţire, jumătate din eşantionul iniţial din elementul radioactiv se va fi transformat. Duratele de înjumătăţire ale diferiţilor izotopi variază de la milionimi de secundă la cîteva miliarde de ani.

electron o particulă subatomică foarte uşoară, încărcată negativ, care se mişcă pe orbite situate în jurul nucleului atomic.

electron-volt cantitatea de energie necesară pentru accelerarea unui electron printr-o diferenţă de potenţial de un volt.

energie de legătură cantitatea de energie necesară pentru a menţine laolaltă părţile unui nucleu atomic.

fisiune reacţie nucleară în care nucleul atomic este descompus în fragmente. Fisiunea poate genera cantităţi enorme de energie.

foton o particulă mică, sau „pachet energetic", de energie electromagnetică, lipsită de masă şi de sarcină electrică. Existenţa fotonului a fost propusă prima oară de Albert Einstein pentru a explica comportamentul luminii în experimentele fotoelectrice.

fuziune reacţie în care nucleele atomice se combină pentru a forma nuclee mai masive; de regulă procesul generează un exces de masă care este eliberată sub formă de energie.

genă unitate ereditară localizată într-o poziţie fixă pe cromozom şi care are o influenţă specifică asupra alcătuirii fizice a organismelor vii.

hominian membru al superfamiliei care include atît hominizii, cît şi primatele mari.

hominid membru al familiei primatelor bipede care include mai multe specii umane, atît dispărute, cît şi existente, printre ele numărîndu-se *Australopithecus, Homo erectus* şi *Homo sapiens*.

Homo erectus denumirea de gen şi specie dată omului din Java al lui Eugène Dubois, omului din Pekin şi altor oameni dispăruţi, cu înfăţişare asemănătoare primatelor. Corpolent (un metru optzeci înălţime), cu proeminenţe accentuate ale sprîncenelor şi cu un creier ce măsura jumătate pînă la două treimi din creierul

omului modern, *Homo erectus* a trăit în urmă cu 5 000 000 pînă la 1,6 milioane de ani.

Homo sapiens specie care îi include atît pe neanderthalieni, cît şi pe oamenii moderni.

izotop unul dintre cei doi sau mai mulţi atomi ai oricărui element cu acelaşi număr de protoni în nuclee, dar cu numere diferite de neutroni, avînd aceleaşi proprietăţi chimice, dar cu proprietăţi de fizică nucleară diferite. Cu toate că sînt atomi ai aceluiaşi element, ei au proprietăţi diferite deoarece conţin numere diferite de neutroni în nuclee. De exemplu, U-235, un izotop al uraniului, este mai uşor fisionabil decît U-238 deoarece are cu trei neutroni mai puţin în nucleul său.

magnitudine absolută măsură a strălucirii pe care o stea ar avea-o la distanţa standard de 10 parseci (305 trilioane de kilometri). Magnitudinea este o măsură a strălucirii stelelor şi a altor corpuri cereşti.

magnitudine aparentă măsură a intensităţii luminii provenite de la o stea sau alt obiect ceresc aşa cum este măsurată de pe Pămînt. Totuşi, întrucît o stea foarte strălucitoare, dar îndepărtată ar putea avea aceeaşi magnitudine aparentă ca şi o stea mai puţin luminoasă, dar mai apropiată, strălucirea sau luminozitatea intrinsecă a unei stele este măsurată în termeni de *magnitudine absolută*.

masa atomică (cunoscută şi ca greutate atomică) este masa medie relativă exprimată în unităţi atomice de masă (sau amu, egală cu 1/12 din masa izotopului de carbon-12) a maselor tuturor izotopilor găsiţi într-un eşantion natural al unui element.

masă critică o cantitate bine precizată de material radioactiv, cum ar fi uraniu sau plutoniu, necesară pentru a produce o reacţie în lanţ.

mutaţie orice modificare suferită de un organism care poate fi moştenită, fiind transmisă de o genă sau de un grup de gene.

neutron o particulă lipsită de sarcină electrică sau neutră, care se găseşte în nucleele tuturor atomilor, excepţîndu-l pe cel de hidrogen.

particulă alfa nucleul de heliu; o particulă încărcată pozitiv constînd din doi protoni şi doi neutroni emişi de elemente radioactive în timpul procesului de dezintegrare radioactivă.

particulă beta un electron sau pozitron rapid, emis în timpul dezintegrării radioactive.

particule subatomice particulele extrem de mici din care sînt compuşi atomii, incluzînd neutroni, protoni, electroni şi pozitroni, radiaţii gama şi neutroni

plutoniu element radioactiv creat artificial, care nu apare în mod natural pe Pămînt. Creat pentru prima oară de chimistul american Glenn Seaborg în 1940. Are numărul atomic 94 şi izotopul lui cel mai răspîndit este Pu-244. Este folosit ca combustibil în reactoarele nucleare şi în armele nucleare.

pozitron electron cu sarcină pozitivă, imaginea în oglindă a unui electron.

proton particulă cu sarcină pozitivă care se găseşte în nucleele tuturor atomilor.

radiaţie gama radiaţie electromagnetică lipsită de masă care se deplasează cu viteza luminii, cu o energie mai mare de cîteva sute de mii de electron-volţi. Este emisă cînd un nucleu atomic excitat trece într-o stare energetică inferioară.

radiaţie X foton sau fascicul de fotoni de energie relativ înaltă, cu o lungime de undă foarte mică. Radiaţiile X sînt emise de către o ţintă metalică bombardată de electroni.

radiaţii cosmice flux de radiaţii ionizante care pătrunde în atmosfera Pămîntului din spaţiul cosmic. Radiaţiile constau din nuclee atomice de mare energie, particule alfa, unde electromagnetice şi alte forme de radiaţie.

radioactivitate emisia spontană de radiaţie, fie direct de către nuclee atomice instabile, fie ca urmare a unei reacţii nucleare. Radiaţiile emise pot fi neutroni, particule alfa, particule beta sau radiaţii gama.

reacţie în lanţ o reacţie în mai multe etape, autoîntreţinută, constînd dintr-o serie de fisiuni. Reacţia continuă în lanţ sau în serie deoarece numărul mediu de atomi produşi depăşeşte numărul celor absorbiţi sau pierduţi într-o perioadă dată de timp.

spectrul atomic modelul caracteristic produs de lumina emisă de orice element. De exemplu, cînd energia electrică trece printr-un element închis într-un tub cu gaz, este emisă lumină. Dacă se trece această lumină printr-o prismă, lumina se separă într-o serie de culori specifice cu spaţii între ele. Acest model este spectrul atomic al acelui element sau spectrul de linii de emisie. Aceste spectre pot fi folosite ca un fel de amprentă a elementelor. Culorile principale ale liniilor de emisie pentru unele elemente sînt izbitoare şi uşor detectabile; de exemplu, linia principală de emisie pentru sodiu este galbenă; pentru cupru–verde; violetă pentru potasiu şi aşa mai departe.

teoria selecţiei naturale teoria lui Charles Darwin, pe care

el a denumit-o „lupta pentru supravieţuire", potrivit căreia acele organisme mai puţin adaptate să se reproducă în mediul lor tind să dispară, supravieţuind cele mai bine adaptate să se reproducă. După Darwin, selecţia naturală, acţionînd asupra unei populaţii diverse, are ca rezultat evoluţia.

teorie cuantică teorie privind interacţiunile atomice şi subatomice care se bazează pe comportamentul fotonului atît ca undă, cît şi ca particulă. Teoria se foloseşte de conceptele de probabilitate şi energie cuantică pentru a explica cum este menţinut atomul laolaltă şi cum funcţionează acesta.

uraniu element radioactiv greu, de culoare alb-argintie, folosit ca combustibil nuclear, la construcţia armelor nucleare şi în cercetare; cel mai greu element care apare în mod natural.

BIBLIOGRAFIE SUPLIMENTARĂ

DESPRE ŞTIINŢĂ:

Cole, K. C. *Sympathetic Vibrations: Reflections on Physics as a Way of Life.* New York: William Morrow and Co., 1985. O viziune foarte interesantă, bine scrisă şi cu un stil alert, asupra fizicii, prezentată într-o manieră bine gîndită şi plină de indicii preţioase de către o autoare care îşi îndrăgeşte subiectul. Se pune accentul îndeosebi pe fizica modernă, autoarea concentrîndu-se mai mult asupra ideilor decît asupra istoriei.

Gardner, Martin. *Fads and Fallacies in the Name of Science.* New York: New American Library, 1986 (retipărire a ediţiei din 1952). O analiză clasică a pseudoştiinţei realizată de un maestru demistificator. Include secţiuni despre credinţele pseudoştiinţifice din secolul al XIX-lea.

Gonick, Larry şi Art Huffman. *The Cartoon Guide to Physics.* New York: Harper Perennial, 1991. Amuzantă, dar uneori abordarea de foarte bună calitate trece parcă prea repede pe lîngă subiecte importante.

Hann, Judith. *How Science Works.* Pleasantville, N.Y.: Reader's Digest Association, Inc., 1991. O carte alertă, frumos ilustrată despre fizică, pentru tinerii cititori.

Explicaţii scurte, dar bine formulate ale legilor fundamentale şi scurte note istorice însoţesc numeroase experimente uşoare pe care cititorii le pot efectua singuri.

Hazen, Robert M. şi James Trefil. *Science Matters: Achieving Scientific Literacy.* New York: Doubleday, 1991. O privire generală clară şi uşor de citit asupra principiilor de bază ale ştiinţei şi asupra modului cum se aplică ele ştiinţei din zilele noastre.

Holzinger, Philip R. *The House of Science.* New York: John Wiley & Sons, 1990. Discuţii alerte sub formă de întrebări şi răspunsuri pentru tinerii adulţi. Cuprinde activităţi şi experimente.

Trefil, James. *1001 Things Everyone Should Know about Science.* New York: Doubleday, 1992. Subtitlul – *Achieving Scientific Literary* – spune tot. Bine scrisă pentru cititorul mijlociu, dar conţine puţine relatări.

DESPRE ŞTIINŢELE FIZICE, 1895–1945:

Bergmann, Peter G. *The Riddle of Gravitation.* New York: Charles Scribner's Sons, 1968. O explicaţie clasică a teoriilor lui Einstein. Scrisă detaşat şi uşor de citit.

Boorse, Henry A., Lloyd Motz şi Jefferson Hane Weaver. *The Atomic Scientists: A Biographical History.* New York: John Wiley & Sons, Inc., 1989. Abordare interesantă a istoriei ştiinţei atomice. Dezvoltarea este urmărită printr-o serie de biografii succinte, dar lucide ale principalelor personalităţi. Lectura poate fi puţin cam dificilă fără o oarecare pregătire.

Calder, Nigel. *Einstein's Universe.* New York: Crown Publishers, 1979. O analiză accesibilă a teoriei speciale şi a teoriei generale a relativităţii.

Cassidy, David C. *Uncertainty: The Life and Times of Werner Heisenberg.* New York: W. H. Freeman & Co., 1992. O biografie pe alocuri greoaie, dar competentă, a lui Heisenberg.

Clark, Ronald W. *Einstein: The Life and Times.* New York: World Publishing, 1971. Biografie standard, bine realizată, dar puţin cam lungă şi seacă.

Cline, Barbara Lovett. *Men Who Made the New Physics.* Chicago: University of Chicago Press, 1987. Un studiu narativ uşor de citit al principalelor personalităţi ale revoluţiei cuantice din fizică.

Crease, Robert P. şi Charles C. Mann. *The Second Creation: Makers of Revolution in 20th-Century Physics.* New York: Macmillan Publishing Co., 1986. Un studiu temeinic, binc realizat, dar uneori o lectură cam greoaie pentru cititorul obişnuit.

d'Abro, A. *The Rise of the New Physics: In Two Volumes.* New York: Dover, 1951. O istorie clasică, dar pe alocuri seacă. Conţine informaţii esenţiale şi utile despre personalităţile şi teoriile din perioada de pionierat, deşi uneori este depăşită.

Einstein, Albert. *Out of My Later Years.* New York: Philosophical Library, 1950. Eseuri despre ştiinţă, omenire, politică şi viaţă scrisă de gînditorul Einstein.

Fermi, Laura. *Atoms in the Family.* Chicago: University of Chicago Press, 1954. Amintiri pline de informaţii şi uşor de lecturat scrise de talentata soţie a lui Enrico Fermi.

French, A. P. *Einstein: A Centenary Volume.* Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1979. Oameni de ştiinţă, gînditori şi prieteni importanţi îl evocă pe marele

Einstein în diferite feluri. Unele eseuri sînt uşor de urmărit, altele sînt mai ezoterice şi mai dificile. Una peste alta, o interesantă viziune despre Einstein şi principalele sale contribuţii.

French, A. P. şi P. J. Kennedy, eds. *Niels Bohr: A Centenary Volume.* Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1985. Scrisă de prieteni, studenţi şi colaboratori, este o carte bine închegată despre Niels Bohr, alertă şi uşor de citit.

Frisch, Otto. *What Little I Remember.* Cambridge, England: Cambridge University Press, 1979. Amintiri scrise cu detaşare şi într-un stil captivant de către un participant la zilele de început ale fizicii atomice.

Gamow, George. *The Great Physicists from Galileo to Einstein.* New York: Dover Publications Inc., 1988. Gamow face o analiză a cîtorva dintre cei mai importanţi fizicieni din istoria ştiinţei şi a lucrărilor acestora. Ca toate cărţile scrise de Gamow, interesantă şi lămuritoare. Uşor depăşită, dar informaţiile esenţiale rămîn valoroase.

*** *Thirty Years That Shook Physics.* New York: Doubleday and Co., Inc., 1966. O privire reuşită asupra istoriei şi dezvoltării fizicii cuantice. Uşor depăşită, dar relevantă pentru zilele de început ale teoriei cuantice.

Han, M. Y. *The Secret Life of the Quanta.* Blue Ridge Summit, Penn.: Tab Books, 1990. Sosit în domeniul cuantic mai degrabă dinspre un domeniu practic decît dinspre unul teoretic, Han se străduieşte să ne explice cum cunoştinţele noastre despre cuante ne permit să construim dispozitive înalt tehnologizate precum computerele, laserele şi tomografele computerizate, fără a neglija teoria şi aspectele bizare ale subiectului tratat.

*** *The Probable Universe.* Blue Ridge Summit, Penn.: Tab Books, 1993. Han continuă lucrarea anterior menţionată, *Secret Life of the Quanta*, cu o privire mai amănunţită asupra misterelor şi controverselor, precum şi asupra succesele teoretice şi tehnologice din fizica cuantică.

Hazen, Robert M. şi James Trefil. *Science Matters: Achieving Scientific Literacy.* New York: Doubleday, 1991. Include scurte discuţii interesante privind relativitatea şi fizica cuantică.

Hendry, John. *The Creation of Quantum Mechanics and the Bohr-Pauli Dialogue.* Dordrecht, The Netherlands: D. Reidel Publishing Company, 1984. O lectură dificilă, care conţine însă o bogăţie de informaţii pentru cititorul bine informat.

Hoffmann, Banish. *Albert Einstein: Creator and Rebel.* New York: Viking Press, 1972. O minunată, caldă şi uşor de lecturat lucrare despre Einstein, scrisă de un scriitor cu har.

*** *The Strange Story of the Quantum.* New York: Dover Publications, 1959. Accesibilă şi interesantă, ca întotdeauna cînd *avem* de-a face cu o carte scrisă de Hoffmann.

Holton, Gerald. *Thematic Origins of Scientific Thought.* Revised Edition. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1988. Un studiu merituos, clasic, dar pe care cititorul obişnuit s-ar putea să-l digere mai greu.

Jones, Roger S. *Physics for the Rest of Us.* Chicago: Contemporary Books, 1992. Discuţii interesante, fără aparat matematic, despre relativitate şi teoria cuantică, redate într-o manieră directă, alături de discuţii privind

felul cum aceste două domenii ne influenţează viaţile şi filozofiile.

Kunetka, James W. *City of Fire: Los Alamos and the Birth of the Atomic Age, 1943–1945.* Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1978. O lectură solidă şi captivantă.

Lamer, Max. *Conceptual Development of Quantum Mechanics.* New York: McGraw-Hill, 1966. Un studiu de înalt nivel, dar fără o anumită familiarizare cu subiectul este greu de parcurs.

Lederman, Leon M. şi David N. Schramm. *From Quarks to the Cosmos: Tools of Discovery.* New York: Scientific American Library, 1989. Cartea se ocupă nu numai de teoreticieni, ci şi de experimentatori şi de experienţele esenţiale în dezvoltarea înţelegerii atomului. Bine construită şi uşor de lecturat.

Lederman, Leon, cu Dick Teresi. *The God Particle.* New York: Houghton Mifflin, 1993. O privire personală caracterizată de vioiciune şi umor asupra istoriei fizicii şi a fizicii particulelor. Uşor de citit, lucidă şi informativă.

Lightman, Alan. *Einstein's Dreams.* New York: Pantheon Books, 1993. O analiză minunată a timpului aşa cum a fost văzut de Einstein, concepută ca o serie de tablete, fiecare oferind o perspectivă diferită asupra misterelor timpului. O carte de-a dreptul fermecătoare şi bine concepută.

McCormmach, Russell. *Night Thoughts of a Classical Physicist.* Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1982. Un roman fascinant care are ca subiect gîndurile şi emoţiile unui fizician de la începutul secolului din Germania care încearcă să înţeleagă schimbările

tulburătoare care au loc în fizică şi în lumea înconjurătoare.

Miller, Arthur I. *Imagery in Scientific Thought*. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1986. O privire istorică şi filozofică asupra dezvoltării gîndirii în fizică. Poate fi puţin cam abstractă pentru cititorul obişnuit.

Moore, Ruth. *Niels Bohr: The Man, His Science, and the World They Changed*. New York: Alfred A. Knopf, 1966. O biografie interesantă a lui Bohr. Demnă de încredere, dar uşor depăşită.

Moore, Walter. *Schrödinger: Life and Thought*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1992. O privire asupra vieţii neortodoxe a uneia dintre principalele personalităţi din revoluţia cuantică.

Morris, Richard. *The Nature of Reality*. New York: McGraw-Hill, 1987. O analiză obiectivă, critică şi uşor de citit a direcţiei în care se îndreaptă fizica astăzi.

Pagels, Heinz R. *The Cosmic Code: Quantum Physics as the Language of Nature*. New York: Simon and Schuster, 1982. Are toate şansele să devină rapid o referinţă standard pentru istoria şi problemele fizicii cuantice. Scrisă inteligent şi uşor de lecturat, oferă o analiză clară a cîtorva paradoxuri ale universului cuantic.

Pais, Abraham. *Inward Bound: Of Matter and Forces in the Physical World*. Oxford: Clarendon Press, 1986. Un studiu foarte bine conceput, dar nu întotdeauna uşor de citit.

*** *Niels Bohr's Times: In Physics, Philosophy and Polity*. Oxford: Clarendon Press, 1991. O biografie profundă, foarte amănunţită şi bine organizată a marelui fizician.

Totuşi, atenţia acordată detaliilor necesită o anumită pregătire.

*** *Subtle Is the Lord: The Science and Life of Albert Einstein*. New York: Oxford University Press, 1982. Ca de obicei, autorul oferă cititorului bine informat o lucrare bine concepută, pe care o recomandăm cu căldură.

Peat, David *F. Einstein's Moon: Bell's Theorem and the Curious Quest for Quantum Reality*. Chicago: Contemporary Books, Inc., 1990. Un studiu de popularizare a cîtorva dintre principalele paradoxuri ale teoriei cuantice.

Pelaum, Rosalind. *Grand Obsession: Madame Curie and Her World*. New York: Doubleday, 1989. O minunată prezentare a extraordinarei vieţi şi opere a celei care a fost Marie Curie în domeniul fizicii nucleare, alături de unele relatări despre viaţa şi activitatea fiicei şi a ginerelui său, Irène şi Frédéric Joliot-Curie. Conţine multe fotografii.

Rhodes, Richard. *The Making of the Atomic Bomb*. New York: Simon and Schuster, 1986. O lucrare cu adevărat importantă care tratează nu numai dezvoltarea bombei, dar şi realizările importante din fizică ce au dus la acest rezultat. Foarte bine concepută, nu foarte greoaie, şi întotdeauna fascinantă şi informativă.

Rowland, John. *Rutherford: Atom Pioneer*. New York: Philosophical Library, 1957. O biografie interesantă.

Rozental, S., ed. *Niels Bohr: His Life and Work as Seen by His Friends and Colleagues*. New York: John Wilcy and Sons, 1967. O culegere de amintiri pline de căldură, inteligentă şi bogată în informaţii.

Segrè, Emilio. *From X-Rays to Quarks: Modern Physicists and Their Discoveries*. San Francisco: W. H. Freeman and Co., 1980. Un studiu reuşit, pe alocuri greoi.

Swenson, Lloyd S. *The Ethereal Aether*. Austin: University of Texas Press, 1972. O privire asupra istoriei cercetărilor în legătură cu misteriosul eter.

Von Baeyer, Hans Christian. *Taming the Atom*. New York: Random House, 1992. Bine scrisă, uşor de citit şi adusă la zi, cartea reprezintă o privire asupra istoriei şi dezvoltării fizicii atomice. Von Baeyer analizează totodată şi cele mai recente progrese din domeniu şi prezintă viitoarele încercări de experienţe care au drept scop clarificarea misterelor cuantice.

Weisskopf, Victor F. *The Joy of Insight: Passions of a Physicist*. New York: Basic Books, 1991. Amintiri personale încîntătoare ale unui fizician molcom şi serios care ştie multe lucruri despre marii pionieri ai fizicii cuantice din contactele directe pe care le-a avut cu ei.

*** *The Privilege of Being a Physicist*. New York: W. H. Freeman and Co., 1989. Amintiri şi gînduri întîmplătoare ale unui fizician respectat.

DESPRE ŞTIINŢELE VIEŢII, 1895–1945:

Asimov, Isaac. *A Short History of Biology*. Garden City, N.Y.: The Natural History Press, 1964. O scurtă analiză a descoperirilor din biologie din cele mai vechi timpuri pînă în anii şaizeci ai secolului XX, scrisă cu claritate, într-un stil alert.

Chase, Allan. *Magic Shots*. New York: William Morrow & Company, Inc., 1982. Povestea descoperirii vaccinurilor

pentru prevenirea bolilor din secolele al XIX-lea şi XX, de la vaccinul lui Edward Jenner împotriva variolei pînă la vaccinurile antipoliomielitice, precum şi o descriere a cercetărilor pentru găsirea unui vaccin împotriva cancerului.

Darwin, Charles. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. London: Murray, 1859. Una dintre cele mai influente cărţi scrise vreodată în domeniul biologiei. A exercitat o mare influenţă datorită marelui număr de dovezi evoluţioniste prezentate de Darwin. Cartea a stimulat gîndirea constructivă asupra unui subiect care înaintea lui era deosebit de vag şi de confuz.

Facklam, Margery şi Howard Facklam. *Healing Drugs: The History of Pharmacology*. New York: Facts On File, 1992. Făcînd parte din seria de cărţi esenţiale de ştiinţă a editurii Facts On File, cartea relatează povestea lui Paul Ehrlich şi a glonţului său magic, cea a lui Best şi Banting şi a cercetărilor lor în legătură cu insulina şi povestea descoperirii de către Fleming a penicilinei, precum şi cercetări mai recente din domeniul farmaceutic.

Kornberg, Arthur. *For the Love of Enzymes: The Odyssey of a Biochemist*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1989. Unul dintre biologii de frunte ai vremurilor noastre oferă o descriere a fundamentelor clădite în secolul al XIX-lea şi începutul secolului XX care au permis recentele progrese din biologie, precum şi o relatare autobiografică a propriei sale activităţi.

Lambert, David şi the Diagram Group. *The Field Guide to*

Early Man. New York: Facts On File, 1987. Un „manual" bine conceput şi bine ilustrat privind toate aspectele legate de primii oameni de pe Pământ. Uşor de citit şi fascinantă.

Lewin, Roger. *Bones of Contention: Controversies in the Search for Human Origins*. New York: Simon and Schuster, 1987. Deşi se ocupă în principal de controversele şi dezvoltările din a doua jumătate a secolului XX, această carte oferă totodată şi un material fundamental privind căutarea originilor speciei umane în perioada cuprinsă între anii 1895 şi 1945.

Milner, Richard. *The Encyclopedia of Evolution*. New York: Facts On File, 1990. Exact ceea ce spune şi titlul, scrisă într-un stil vioi, informal. Totodată este plină de surprize, incluzînd relatări despre filmele de popularizare în legătură cu subiectul, precum şi o mulţime de ciudăţenii mai puţin cunoscute.

Moore, John A. *Science As a Way of Knowing: The Foundations of Modern Biology*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1993. O istorie culturală a biologiei, precum şi o încîntătoare introducere în procedurile şi valorile ştiinţei, scrisă de unul dintre biologii evoluţionişti de frunte. Fără elemente tehnice inutile şi uşor de parcurs, este o lectură excelentă pentru un nespecialist care doreşte să afle mai multe despre cum au luat naştere ramurile moderne ale biologiei: biologia moleculară, ecologia şi biotehnologia.

Moore, Ruth. *The Coil of Life: The Store of the Great Discoveries in the Life Sciences*. New York: Alfred A. Knopf, 1961. O relatare captivantă a evenimentelor care au condus la descoperirea structurii ADN-ului şi din-

colo de aceasta, în anii cincizeci ai secolului XX.

Morgan, Thomas H., A. H. Sturtevant, C. B. Bridges şi H. J. Miller. *The Mechanism of Mendelian Heredity*. 1915. Retipărită cu o nouă prefaţă scrisă de Garland E. Allen. New York: Johnson Reprint, 1972. O analiză şi o sinteză a moştenirii mendeliene formulată în urma cercetărilor deschizătoare de drumuri ale autorilor. O lucrare clasică ce constituie piatra de temelie a interpretării moderne a eredităţii.

Portugal, Franklin H. şi Jack S. Cohen. *A Century of DNA*. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1977. Furnizează o privire amănunţită asupra elementelor esenţiale care au condus la descoperirea rolului jucat de ADN în ereditate.

Reader, John. *The Rise of Life*. New York: Alfred A. Knopf, 1986. O carte de popularizare minunat ilustrată care se ocupă de originile şi evoluţia nu numai a oamenilor, ci şi a tuturor formelor de viaţă. Foarte bine realizată.

Shapiro, Gilbert. *A Skeleton in the Darkroom: Stories of Serendipity in Science*. San Francisco: Harper & Row, 1986. Povestiri captivante despre descoperirile ştiinţifice, incluzînd o relatare detaliată şi fascinantă despre descoperirea de către Fleming a penicilinei.

Shorter, Edward, Ph.D. *The Health Century: A Companion to the PBS Television Series*. New York: Doubleday, 1987. O relatare privind căutarea răspunsurilor-cheie în legătură cu ameliorarea sănătăţii în secolul XX, ţinînd seama de contextul social al vremurilor.

Spencer, Frank. *Piltdown: A Scientific Forgery*. London: Natural History Museum Publications, Oxford University Press, 1990. Exhaustivă, dar extrem de interesantă

analiză a farsei de la Piltdown şi a personajelor implicate în acest episod, inclusiv suspecţii cei mai probabili. Ilustraţiile şi fotografiile rare dau viaţă acestei relatări. O lectură obligatorie pentru toţi cei interesaţi de ştiinţă şi de misterul de la Piltdown.

Trinkaus, Erik şi Shipman, Pat. *The Neandertals.* New York: Alfred A. Knopf, 1992. Informaţii actualizate despre odinioară greşit înţeleşii neanderthalieni. O carte bună, solidă, bine documentată, dar pe alocuri dificil de citit.

Cuprins

O PRIVIRE DE ANSAMBLU: 1895–1945 5

PARTEA I – ŞTIINŢELE FIZICE 11

1. Noul atom: de la razele X la nucleu 13
2. Noul univers: Einstein şi relativitatea 36
3. Noul univers: surpriza cuantică 63
4. Noi observaţii asupra universului 81
5. Divizarea atomului: ştiinţa şi bomba 95

PARTEA A II-A – ŞTIINŢELE VIEŢII 119

6. Dezvoltarea microbiologiei şi a biochimiei 121
7. Urmărind căile geneticii şi eredităţii 156
8. În căutarea strămoşilor 177

EPILOG 204
ANEXĂ: Metoda ştiinţifică 207
CRONOLOGIE 214
GLOSAR 227
BIBLIOGRAFIE SUPLIMENTARĂ 234